

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ



ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ В. Ф. Фролов
«_____» _____ 2020 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР

ЗА НАПРЯМОМ 6.040106 «ЕКОЛОГІЯ, ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ»

**Тема: «Дослідження впливу низькоенергетичного електромагнітного
випромінювання на стан здоров'я людини та біотичні компоненти природних
екосистем»**

Виконавець: студент групи ЕК-501М(з) Щербань Ростислав Романович
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри екології Міхєєв О.М.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____
(підпис)

Кажан К.І.
(П.І.Б.)

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Явнюк А. А.
(П.І.Б.)

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий Інститут екологічної безпеки

Кафедра екології

Напрямок (спеціальність, спеціалізація): напрямок 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Фролов В.Ф.

«_____» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Щербань Ростислав Романович

1. Тема роботи «Дослідження електромагнітної безпеки мобільних засобів зв'язку» затверджена наказом ректора від 06 жовтня 2020 р. №1938/ст.
2. Термін виконання роботи: з 05.10.2020 р. по 20.12.2020 р.
3. Вихідні дані роботи: літературні джерела, матеріали отримані під час проходження технологічної практики, аналіз літературних даних та законодавчих документів.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, проблеми електромагнітного забруднення навколишнього середовища, особливості нормування, методи та засоби захисту від електромагнітного забруднення, висновки.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Складання літературного огляду по темі	14.10.2020 – 22.10.2020	
2	Опрацювання літературних джерел	23.10.2020 – 05.11.2020	
3	Опрацювання інформації(групування, зведення таблиць)	06.11.2020 – 15.11.2020	
4	Обробка і оформлення вихідних матеріалів дипломної роботи	16.11.2020 – 26.11.2020	
5	Оформлення дипломної роботи згідно вимог діючих стандартів	27.11.2020	
6	На основі проаналізованої інформації написати загальні висновки	28.11.2020 – 30.11.2020	
7	Передзахист дипломної роботи	01.12.2020	
8	Підготовка до захисту: доповідь, презентація	13.12.2020	
9	Захист дипломної роботи	23.12.2020	

7. Консультація з окремого розділу:

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Доцент кафедри БЖД, Кажан К.І.		

8. Дата видачі завдання: «_____» _____ 2020 р.

Керівник дипломної роботи : _____ Міхєєв О.М.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____ Щербань Р.Р.
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Дослідження електромагнітного забруднення від мобільних засобів зв'язку»: с., рис., табл., 31 літературних джерела.

Об'єкт дослідження – рівні електромагнітного випромінювання мобільних засобів зв'язку.

Предмет дослідження – відповідність рівнів електромагнітного випромінювання мобільних засобів зв'язку встановленим нормативам.

Мета роботи – дослідити рівень електромагнітної безпеки мобільних засобів зв'язку.

Методи дослідження – аналіз, синтез, систематизація, узагальнення теоретичних, наукових і дослідних даних.

В дипломній роботі охарактеризовано особливості електромагнітного забруднення навколишнього середовища, визначені основні показники, за якими нормується електромагнітне забруднення, проаналізовано чинну нормативну базу з електромагнітної безпеки, охарактеризовано основні методи і засоби захисту від електромагнітного випромінювання, проведено дослідження рівнів електромагнітного випромінювання мобільних засобів зв'язку, та надані рекомендації щодо підвищення електромагнітної безпеки мобільних засобів зв'язку.

Ключові слова: ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ, ВИСОКІ ЧАСТОТИ, СЕРЕДНІ ЧАСТОТИ, НИЗЬКУ ЧАСТОТИ, САНІТАРНО-ЗАХИСНА ЗОНА, ЕКРАНУВАННЯ, ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИ РІВНІ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	10
ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1. НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНЕ ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ	13
1.1. Джерела низько енергетичного електромагнітного випромінювання.....	13
1.2. Мобільні засоби зв'язку як джерело електромагнітного забруднення.....	14
1.3. Дослідження проблеми електромагнітного випромінювання.....	18
1.4. Особливості нормування електромагнітного забруднення навколишнього середовища.....	19
1.5. Висновки до розділу.....	34
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	35
2.1. Інженерно-технічні методи і засоби захисту від електромагнітного випромінювання.....	37
2.2. Організаційні методи і засоби захисту від електромагнітного випромінювання.....	42
2.3. Лікувально-профілактичні методи і засоби захисту від електромагнітного випромінювання.....	44
2.4. Особливості екранування високочастотних полів.....	45
2.5. Висновки до розділу.....	48
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ.....	49
3.1. Загальний вплив електромагнітного випромінювання на організм людини.....	49
3.2. Вплив електромагнітного випромінювання на серцево-судинну систему.....	52
3.3. Вплив електромагнітного випромінювання на нервову систему людини.....	56

3.4. Висновки до розділу.....	61
4. РОЗДІЛ 4. Охорона праці.....	62
4.1. Перелік небезпечних та шкідливих чинників на робочому місці.....	62
4.2. Рекомендації стосовно спеціального одягу на робочому місці в лабораторії та освітлення.....	64
4.3. Перевірочних розрахунків освітлення лабораторії.....	69
4.4. Пожежна безпека.....	72
4.5. Висновки до розділу.....	73
ВИСНОВКИ.....	75
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ЕМВ – електромагнітне випромінювання;

ЕМП – електромагнітне поле;

РТО – радіотехнічний об'єкт;

СЗЗ – санітарно-захисна зона;

ЛЕП – лінії електропередач;

ГДР – гранично допустимі рівні;

СЧ – середні частоти;

НЧ – низькі частоти;

ВЧ – високі частоти;

НВЧ – надвисокі частоти;

ПК – персональний комп'ютер;

УЧН – Укрчастотнагляд;

НКРЗ – Національною комісією з питань регулювання зв'язку України.

ВСТУП

Актуальність теми. За останні роки в результаті стрімкого розвитку виробничої, інформаційної, оборонної та інших сфер діяльності людства сформувався новий формат забруднення – електромагнітне забруднення навколишнього середовища, надалі ЕМВ.

Появу цього небезпечного чинника зумовив розвиток сучасних технологій, передачі потоків енергії та інформації, радіо дистанційного спостереження і контролю, комунікаційного зв'язку різних типів, а також ряду технологічно-інформаційних процесів.

Згідно з результатами багатьох досліджень вчених та експериментів з різних країн, було встановлено, що на сучасному етапі розвитку світу – електромагнітне поле техногенного походження є небезпечним екологічним фактором з надвисокою біологічною активністю та негативним впливом на людину та стан її здоров'я.

Електромагнітне забруднення середовища беззаперечно можна зрівняти за впливом на людину з радіаційним чи хімічним. Основним джерелом формування потоків ЕМВ на житлових міських територіях є радіотехнічні об'єкти та електроенергетичне устаткування. Насамперед до такого устаткування відносяться: радіотелевізійні, радіолокаційні об'єкти, базові станції комунікаційного зв'язку такої покоління як GSM, 3G, 4G, 4,5G 5G, та супутникового зв'язку, лінії передачі потоків електричної енергії, трансформаторні підстанції, промислове обладнання тощо.

Обладнання зазвичай працює поруч великих систем, на ділянках житлових зон з високою щільністю населення, житлових будинках, і безпосередньо на робочих місцях, де рівні і навантаження електромагнітного випромінювання можуть стати надмірними, або акумулюються впродовж деякого короткого або довгого часу.

З кожним роком спостерігається зростання потужності роботи таких об'єктів на площі всієї країни, зокрема великих місць, що призводить до значного зростання потенційно небезпечних рівнів ЕМП і переконує, щодо необхідного наукового обґрунтування нормативно-гігієнічних регламентів, створення нових правил чи регламентів стосовно роботи таких об'єктів, створення нової нормативно-правової бази стосовно

роботи об'єктів з великим ЕМВ та створення дійсно ефективних заходів з захисту населення від електромагнітного впливу.

Раціональне розташування джерел, які генерують ЕМП в міській системі є значною проблемою. Від вибору місця їх розташування залежить екологічна безпека населення. Створені просторових моделей дозволить розробити санітарно захисну зону(СЗЗ), а також підібрати дієвий метод захисту населення і зменшення рівня випромінювання.

Мета і завдання виконання дипломної роботи. Мета роботи – проаналізувати джерела електромагнітного випромінювання, засоби захисту населення від джерел електромагнітного випромінювання. Дослідити електромагнітну безпеку від мобільних засобів зв'язку.

Відповідно до мети були сформовані такі завдання:

- 1) Надати загальну характеристику та особливості електромагнітного забруднення навколишнього середовища.
- 2) Проаналізувати нормативно-правову базу з електромагнітної безпеки.
- 3) Проаналізувати методи та засоби захисту від ЕМВ.
- 4) Проаналізувати та дослідити вплив на людину електромагнітного впливу від мобільних засобів зв'язку.

Методи досліджень – аналіз наукових джерел стосовно ЕМВ, узагальнення теоретичних, наукових, дослідних даних.

Предмет дослідження – лінії електропередач, базові станції комунікаційного зв'язку, телестанцій, радіостанції, об'єкти радіолокації та радіонавігації, їх просторові моделі поширення електромагнітного поля.

РОЗДІЛ 1

НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНЕ ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

1.1. Джерела низькоенергетичне електромагнітне випромінювання

Віддавна люди активно почали використовувати електроенергію, та частіше використовувати різні види зв'язку, в зв'язку з чим в навколишнє середовище почало надходити штучне електромагнітне випромінювання у широкому діапазоні частот (приблизно від 10^{-1} до 10^{12} Гц). Антропогенні низькочастотні електромагнітні поля переважно створюються енергетичними установками, лініями електропередачі(ЛЕП), побутовою електричною технікою. На сьогоднішній час прийнято вважати, що низькочастотні електромагнітні випромінювання – це один з найбільш масштабних видів забруднення, який має всесвітні негативні наслідки як для живих організмів так і для здоров'я людини[3-5].

Більшість досліджень вказують, що в процесі використання електроенергетичних установок, обладнання і повітряних ліній електропередач надвисокої напруги (понад 330 кВ) у обслуговуючого технічного персоналу вказаних установок було зафіксовано значення погіршення стану здоров'я та самопочуття. Працівники переважно скаржилися на:

- підвищену стомлюваність;
- млявість;
- головні болі;
- поганий сон⁴
- болі в серці.

У сучасних житлових комплексах та великих житлових будинків істотним зовнішнім джерелом низькочастотних електромагнітних полів є ЛЕП різної напруги,

тому що більшість житлових та не житлових приміщень та споруджень, розташовані поблизу ЛЕП, та мають розташування під впливом високих рівнів низькочастотного електромагнітного поля. Таким чином, населення, що проживає в них, піддається цілодобовому впливу електромагнітних полів, а як відомо, електромагнітне поле має два компоненти: електричне і магнітне[1, 4, 7-10].

1.2. Мобільні засоби зв'язку як джерело електромагнітного випромінювання

Мобільний телефонний зв'язок на сьогоднішній день – одна з найбільш прогресивних галузей радіозв'язку. Однак переважна більшість користувачів різних видів пристроїв навіть уявлення не має з найпростішими принципами роботи радіозв'язку, а саме – найбільш розповсюдженою технологією стільникового зв'язку GSM. Саме це в першу чергу викликає запитання з причини негативного впливу на здоров'я високочастотних радіосигналів, що поширюють між собою мобільні засоби зв'язку та базові станції(БС). Також в свою чергу починають все більше з'являтися публікації, які вочевидь розпочинають спекуляцію на побоюваннях людей. На фоні недостачі достовірної інформації це викликає цілком зрозуміле занепокоєння та страх в середовищі звичайних користувачів.

Згідно офіційний джерел в Україні кількість абонентів різних мобільних операторів перевищує 50 мільйонів, які розподіляються між трьома основними гравцями цього ринку, а саме Lifecell, Kyivstar та Vodafone. Цифра в 50 мільйонів значно перевищує загальну кількість населення країни, з цього можна зробити висновок, що в деяких жителів країни більше ніж одна одиниця мобільних пристроїв та засобів зв'язку. Також з офіційних джерел вдалося з'ясувати, що за останні десять років користування мобільним зв'язком кількість абонентів збільшилася в 1000 разів, що можна зробити висновок, що мобільні засоби зв'язку мають швидкий розвиток. Адже мобільні телефони стали основним засобом комунікації та обов'язковим аксесуаром нашого повсякденного життя. Роботу

мобільного зв'язку забезпечує розвинена мережа БС з фіксованими антенами, які передають інформацію комутаційним центрам за допомогою радіочастотних сигналів. Згідно інформації, яку я зміг віднайти для написання дипломної роботи, то у світі сьогодні використовується приблизно 1,4 млн. БС, а більш як 20000 з них знаходяться на території України. З метою забезпечення підвищення якості мобільного зв'язку оператори збільшують кількість базових станцій і здійснюють їх постійне оновлення відповідно до сучасних технологічних норм, які діють в даний час. Факт наявності значної кількості радіотехнічних об'єктів час від часу викликає занепокоєння з приводу можливого впливу радіосигналів на здоров'я користувачів[4-7].

Місце розташування базової станції визначається з прорахуванням необхідності забезпечення покриття мобільним зв'язком та доступом до всесвітньої мережі Інтернет, а також якості зв'язку та обумовлюється наявністю приміщень або відкритих місць, що відповідають всім технічним вимогам для встановлення відповідного сучасного обладнання. Згідно сучасного законодавства в сфері цифрових телекомунікацій, то базові станції дозволено встановлювати на громадських спорудах, житлових будинках, відкритих територіях, якщо загальна потужність випромінювання не містить перевищення гранично допустимих рівнів(ГДР), встановленими санітарними нормами. Дозвіл на установку базової станції надає «Український державний центр радіочастот» на підставі заявки від операторів зв'язку, які здійснюють свою діяльність відповідно до ліцензії, що видається Національною комісією, що здійснює державне регулювання у сфері зв'язку та інформації[1,5].

Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері зв'язку та інформатизації на своєму черговому засіданні, що відбулося 08 грудня 2020 року, прийняла рішення № 475 про затвердження переліків показників якості послуг, рівні яких підлягають обов'язковому оприлюдненню операторами телекомунікацій у 2022 році та відповідному проведенні випробувань протягом 2021 року[66].

Для забезпечення всебічного інформування споживачів про рівні якості телекомунікаційних послуг, за якими надаються операторами, зазначеним рішенням

Комісії затверджено три переліки показників якості, а саме для: фіксованого телефонного зв'язку – 8 показників, мобільного(рухомого) зв'язку – 8 показників, послуг із доступу до Інтернету – 5 показників.

Санітарні норми рівнів випромінювання наведено в документі «Санітарні норми і правила захисту населення від дії електромагнітних випромінювань», затвердженому наказом Міністерства транспорту і зв'язку України (від 01.08.96 р. №29) і зареєстрованому в Мін'юсті України (29.08.96 р. №488/151). Згідно із цими нормами щільність потоку електромагнітної енергії не повинна перевищувати в місці перебування людини $2,5 \text{ мкВт/см}^2$. Нормативна база України у галузі гігієни електромагнітного випромінювання є однією з найжорсткіших у світі[5, 23].

На даний час достовірно підтверджено тільки непряму шкоду випромінювання мобільного зв'язку в населених пунктах. Таким чином, німецькі вчені протестували роботу 231 моделі кардіостимуляторів при впливі на них мікрохвильового випромінювання стільникового зв'язку стандартів NMT—450, GSM 900 і GSM 1800. Згідно з результатами цього дослідження, було встановлено, що понад 30% кардіологічних апаратів піддаються впливу від мобільних засобів зв'язку, що працюють у стандартах NMT—450 і GSM 900, а впливу телефонів стандарту GSM 1800 на кардіо-стимулятори не було виявлено.

Мікрохвильовий діапазон електромагнітного поля, в якому працює сучасний стільниковий зв'язок, перебуває в межах 450 МГц—2 ГГц. Такі поля, має значну відмінність від іонізуючого випромінювання, незалежно від їхньої потужності, не можуть викликати іонізацію або вторинну радіоактивність в організмі[19-23, 34].

Вченими було доведено, що хвилі діапазону із частотою вище ніж 1 МГц викликають нагрівання тканин, а саме унаслідок поглинання тканинами частини енергії від електромагнітного поля). Поля високої інтенсивності здатні не значно підвищувати температуру тканин близько до 10° . Навіть менш істотна зміна температури живих тканин може призвести до таких наслідків, як порушення розвитку плоду у вагітних жінок, зниження чоловічої фертильності, зміна гормонального фону, незважаючи від статі.

З кожним роком виходять нові дослідження вчених та висновки різноманітних досліджень того, що мобільні засоби зв'язку мають вплив та загрозу здоров'ю людини. Так, нові дані, опубліковані ірландськими медиками, свідчать, що кожен двадцятий житель цієї країни став жертвою випромінювання мобільних телефонів. Симптомами переопромінення, за даними ірландських фахівців, є: утома, запаморочення, безсоння або порушення сну, нудота, подразнення шкіри. На думку ірландських медиків, таку симптоматику зареєстровано в більшості країн, де мобільний зв'язок є надзвичайно поширеним[22, 17-19].

Можна виділити чотири системи організму, що найбільше піддаються шкідливому впливу електромагнітного випромінювання:

- Центральна нервова система(ЦНС). Вона найчутливіша до електромагнітних полів. Спостерігається погіршення пам'яті, уваги, порушення сну, можливе виникнення нейроциркуляторної дистонії.
- Імунітет. Відбувається пригнічення імуногенезу, що призводить до виснаження організму, авітамінозу та здатності до реагування імунітету на віруси.
- Ендокринна система. Збільшується вміст адреналіну в крові, організм більше перебуває в стані стресу, втрачаючи стресостійкість.
- Статева система. Спостереження доводять щодо пригнічення сперматогенезу, підвищення числа вроджених вад розвитку. Яєчники більш чутливі до впливу електромагнітного випромінювання.

Цікавим є дослідження стосовно впливу засобів зв'язку на людину при розмові. Перші 15 секунд ніяких змін не відбуваються, надалі спостерігається пригнічення альфа-хвиль мозкової діяльності, що проявляється ослабленням вольових функцій, пам'яті, уваги, концентрації. За більш тривалого використання мобільного пристрою протягом кількох років можуть спостерігатися й інші зміни — порушення сну, психічні розлади, пригнічення імунітету, анемія[26, 29].

1.3. Дослідження проблеми електромагнітного випромінювання

Забруднення навколишнього природного середовища ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону, що суб'єктивно не відчуються людиною, спричиняє низку екологічних проблем, пов'язаних в першу чергу з електромагнітною ситуацією в урбоекосистемах. Найбільший науковий інтерес полягає впливу ЕМВ на соціальну складову міських агломерацій, але оскільки наукові дані щодо такого впливу достатньо суперечливі, а наукових даних щодо системного моніторингу урбоекосистем за електромагнітним фактором недостатньо. Вивчення та вирішення питання впливу ЕМП на соціальну складову міських екосистем є сукупністю, яка лежить в біофізичній, медико-біологічній, науково-технічній, юридичній та управлінській площині. Метою роботи є зменшення на системному рівні антропогенного електромагнітного навантаження на соціальну складову урбоекосистем на основі запропонованих теоретичних закономірностей впливу ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону на серцево-судинну систему чоловіків та жінок.

Якщо поряд розташоване постійне джерело електромагнітного випромінювання, яке працює на аналогічній (чи є кратною) частоті, що може призвести до збільшення або зменшення нормальної частоти роботи органу. Наслідком цього може бути головний біль, порушення сну, перевтома, навіть загроза виникнення стенокардії.

Важливе гігієнічне значення для забезпечення належних умов життєдіяльності населення має санітарно-гігієнічний стан навколишнього середовища, в тому числі санітарно-гігієнічний стан електромагнітної обстановки населених міст. Електромагнітна обстановка в містах та населених пунктах створюється великою кількістю радіотехнічних та електротехнічних засобів господарського, оборонного та іншого призначення.

Всі вище наданні дані та дослідження можуть вказувати про те, що населення України, особливо великих міст, знаходиться під постійним впливом антропогенного електромагнітного випромінювання, рівень якого в багато разів перевищує природний. Це явище спостерігається не тільки в Україні, а і у всьому світі. Всесвітня організація охорони здоров'я(ВОЗ) надає класифікацію такого становища відповідним терміном “електромагнітне забруднення навколишнього середовища”[6,12,17,34,36]. А також у своїй дипломній роботі, я хочу наголосити, що потрібно проаналізувати динаміку зростання рівня електромагнітного забруднення, і можна зробити висновок, що рівень забруднення кожні десять років зростає в 10 разів. Кожну декаду підвищується рівень електромагнітного забруднення, яке в подальшому матиме невідворотний вплив на живі організми та здоров'я людей.

Приймаючи це до уваги та в цілях запобігання негативного впливу електромагнітних випромінювань на здоров'я населення фахівцями Інституту гігієни та медичної екології АМН України були проведені багатопланові біологічні дослідження на основі яких був розроблений ряд нормативно–методичних документів по регламентуванню гігієнічних умов розміщення та експлуатації радіотехнічних об'єктів, засобів та високовольтних електроустановок[17,19,25].

1.4. Особливості нормування електромагнітного забруднення навколишнього середовища

Для запобігання професійних захворювань, які виникають в результаті багатотривалої дії електромагнітних випромінювань, було розроблено гранично допустимі рівні електромагнітних випромінювань.

Нормування електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону здійснюється згідно із ГОСТ 12.1.006-84 "Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до впровадження контролю", ДСН 239-

96 "Державні санітарні норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань" і ДСанПіН 3.3.6.096-2002 "Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів"[4, 10-12].

Згідно цих документів нормування електромагнітних випромінювань здійснюється в діапазоні частот від 50кГц до 300 ГГц. Також у діапазоні 50 Гц – 300 МГц нормованими параметрами є напруженість електричної E , В/м, та магнітної H , А/м, складових поля, а у діапазоні 300 МГц – 300 ГГц нормативним параметром є густина потоку енергії ГПЕ, Вт/м². Нормативною величиною є також гранично допустиме енергетичне навантаження EHE , (В/м)² × год та $ЕНН$, (А/м)² × год. Згідно із ГОСТ 12.1.006 – 84 ССБТ. Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях вимагають за дотримання контролю нормативними параметрами в діапазоні частот 60кГц...300 МГц є напруженості електричного і магнітного полів, в діапазоні частот 300 МГц...300 ГГц – поверхнева густина потоку енергії (таблиця 1.3 та таблиця 1.4).

Аби мати можливість для виміру потенційного ризику для здоров'я людини, яке має в собі випромінювання, закордонні вчені для узагальнення запропонували таку одиницю виміру як «питомий коефіцієнт поглинання» електромагнітної енергії.(з англ. SAR) Саме цей показник електромагнітної енергії, яка поглинається в тканинах тіла людини за час користування мобільним пристроєм. Показник завжди відрізняється та залежить від марки та моделі телефону чи будь якого іншого електромагнітного девайсу[4-9].

На даний момент, при виробництві будь-якого нового пристрою, всі виробники в обов'язком порядку мусять повідомляти в інструкціях до свого виробу чи опису, про максимальний рівень SAR, яке в собі несе їх пристрій. Ця інформація має бути також в загальному доступі в всесвітній мережі інтернет, на офіційному сайті виробника продукту. Але як показує практика, більшість користувачів не звертають увагу при покупці будь-якого приладу з електромагнітним випромінюванням на рівень SAR.

Німецьке Федеральне відомство з радіаційного захисту (BfS) створило велику загальну базу даних у відкритому доступі, в якій порівнюються нові та більш

старіші мобільні пристрої, аби мати змогу досліджувати, в яких пристроях найбільше випромінювання, і як саме це випромінювання впливатиме.

У більшості країн Євросони допустиме значення випромінювання становить 2 Вт/кг для 10 грамів тканин. В Україні допустимий рівень SAR визначається відповідно до ДСТУ EN 50360:2007 і складає, як і в Європі, 2 Вт/кг. В нашій країні, за дотриманням стандартів з випромінювання електромагнітної енергії будь-яких пристроїв займається Український державний центр радіочастот. Також центр займається сертифікацією пристроїв.

Зазначені норми, зазвичай, виконуються, оскільки таких рівнів SAR досягається у випадку, коли мобільний телефон знаходиться на значній відстані(понад 10 км) від базової станції і працює з максимальною потужністю випромінювання. Проте у відкритому доступі відомий випадок, коли за результатами випробувань мобільного телефону торгової марки SAMSUNG у Нідерландах значення SAR значно(2,7-2,9 Вт/кг) перевищували норму і з торгівлі виробником добровільно було вилучено 140 тисяч екземплярів даного апарату. Ця історія істотно вплинула на цей бренд на Європейському ринку збуту до того часу, поки виробником не були вжиті заходи для недопущення таких випадків у новій продукції[13, 18].

Таблиця 1.3

Гранично допустимі напруженості електричного і магнітних полів

Частота	Допустимі напруженості	
	Електричного поля, В/м	Магнітного поля, А/м
60кГц...3мГц	50	5
3...30мГц	20	-
30...50мГц	10	0,3
50...300мГц	5	-

Таблиця 1.4

Норма опромінення УВЧ і НВЧ

Густина потоку енергії, Вт/м ²	Допустимий час перебування в зоні впливу ЕМП	Примітка
до 0,1	Робочий день	-
0,1...1	Не більше 2 годин	В решті робочого часу не більше 0,1 Вт/м ²
1...10	Не більше 10 хвилин	За умови користування захисними окулярами. В решті робочого часу не більше 0,1 Вт/м ²

За напруженості 5 кВ/м час перебування в зоні опромінення не обмежується. Контроль електромагнітного випромінювання на робочих місцях проводиться згідно з ГОСТ 12.1.006 – 84 не менше 1 разу на рік, а також при введенні в дію нових чи реконструйованих установок і при зміні умов праці.

Регламенті виміри відбуваються при максимальній потужності в зоні знаходження людей по висоті від рівня підлоги до 2 м через 0,5 м. З метою визначення характеру розповсюдження ЕМП в кабіні або в цеху проводять заміри в точках пересічення координатної сітки з стороною 1м.

Для вимірювань використовують такі прилади: ІЭП-04, ІЭП-05 (для вимірювання Е за частоти 50Гц); П 3-15, П 3-16, П 3-17 (для вимірювання Е і Н за частоти 10 кГц...300 МГц); – П 3-41 (для вимірювання густини потоку енергії за частоти 300 МГц...37,5 ГГц).

ІЭП-04 – вимірювач напруженості електричної складової змінного електричного поля, входить в комплект вимірювачів електричних і магнітних полів "Циклон-04" призначений для сертифікаційних випробувань комп'ютерної і офісної техніки. Вимірювач оснащений дисковою антеною для контролю випромінювань комп'ютерної техніки, а також дипольною антеною для контролю електричних випромінювань від будь-яких інших технічних засобів і в навколишньому середовищі.

Вимірювач ПЗ-41 (рисунок 2.71) призначений для виявлення і контролю біологічно небезпечних рівнів електромагнітних випромінювань, напруженості, ГПЕ.

BE-METP-AT-003 – вимірювач параметрів електричного і магнітного полів трикомпонентний призначений для проведення вимірювань під час атестації робочих місць операторів ЕОМ.

Для вимірювань електричних і магнітних полів на комп'ютерних робочих місцях використовуються прилади ИСП-01, ИЭП-05, ИМП-05/2, ИМП-05/1. Дані прилади восени 2005 року включені у Реєстр засобів вимірів України і призначені для виміру саме тих полів, що можуть реально існувати на робочих місцях з ПЕОМ не залежно від типів і характеристик установлених на них моніторів з тими рівнями полів, що реально існують на таких робочих місцях[11-12, 17].

Також в Україні діють «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань», Наказ від 01.08.1996, із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства охорони і здоров'я №1477 від 27.11.2017. Згідно цього наказу, до джерел електромагнітного випромінювання в населених пунктах належать радіо-, телевізійні і радіолокаційні станції різного призначення, що працюють в смузі радіочастот, а також мережа ліній електропередачі, яка складається з повітряних високовольтних ліній електропередачі та електричних підстанцій. До складу підстанцій можуть входити: розподільні пристрої, перетворювачі електроенергії, трансформатори, випрямлячі та інші пристрої і споруди[56,57].

Санітарні норми і правила, які містять як норми, так і основні положення гігієнічних вимог до засобів випромінювання разом з методичними вказівками до них, дозволяють регламентувати умови експлуатації і розміщення засобів випромінювання відносно житлової забудови і тим самим забезпечити охорону здоров'я населення від впливу електромагнітних полів, що виникають у навколишньому середовищі[15-17].

Дане видання представляє норми і правила захисту населення від впливу ЕМП і включає такі розділи:

1. Санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних полів, що створюють радіотехнічні об'єкти".

2. "Санітарні норми і правила захисту населення від впливу електричного поля, що створюють пристрої електропередачі змінного струму промислової частоти".

Санітарні норми і правила (далі – Правила) захисту населення від впливу ЕМП, що створюються радіотехнічними об'єктами, надалі РТО, визначають гігієнічні вимоги до передавальних радіо-, телевізійних станцій та інших об'єктів, які випромінюють електромагнітну енергію в навколишнє середовище. Правила поширюються на існуючу житлову забудову, забудову, що проектується і споруджується, окремі житлові, громадські і виробничі будинки різного відомчого підпорядкування, місця масового відпочинку населення, які розміщуються в районах розташування як діючих РТО, так і тих, що проектуються і споруджуються.

Відповідальність за дотриманням цих Правил покладається на міністерства, відомства, установи, організації, підприємства, кооперативи та інші юридичні особи і фізичних осіб, які експлуатують, реконструюють або проектують на території України РТО, чи окремі передавальні пристрої, що випромінюють електромагнітну енергію[24,26].

В разі недотримання Правил, можуть створюватись умови, за яких переважна кількість населення зазнає шкідливого впливу ЕМП. З метою запобігання шкідливого впливу ЕМП радіочастот встановлюються їх ГДР і гігієнічні вимоги до розміщення РТО, БС і спеціальних територій, призначених для забудови. Основні положення цих вимог викладені в Правилах.

Також з метою захисту населення від впливу ЕМП, яке створюють РТО та БС, встановлюються СЗЗ і зони обмеженої під забудову. Санітарно-захисною зоною вважається площа або територія, де на висоті до 2 м від поверхні землі перевищуються гранично допустимі рівні ЕМП. Санітарно-захисна зона, як правило, прилягає до технічної території РТО, БС. Зовнішня межа санітарно-захисної зони визначається на висоті до 2 м від поверхні землі за гранично допустимими рівнями ЕМП.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів(безперервне
випромінювання, амплітудна або кутова модуляція)

№ діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль	ГДР
5	Кілометрові хвилі(низькі частоти, НЧ)	30:300 кГц	10:1 км	25 В/м
6	Гектаметрові частоти(середні частоти, СЧ)	0,3:3 кГц	1:0,1 км	15 В/м
7	Декаметрові хвилі(високі частоти, ВЧ)	3:30 МГц	100:10 м	6 В/м
8	Метрові хвилі	30-300 МГц	10-1 м	6 В/м

Тому в межах СЗЗ, засоби випромінювання які працюють на частотах 30 МГц, не допускається розміщення підприємств, а також споруд, які в своїй конструкції мають підвищений рівень пожежної небезпеки, а також які пов'язані з використанням легкозаймистих речовин.

Задля зменшення ступеня опромінення зони, відведеної під забудову, та зменшення розміру санітарно-захисних зон антенам радіолокаційних станцій рекомендовано встановлювати на природних узгір'ях, штучних насипах, нагір'ях, тому подібному, що зумовлює збільшення мінімального значення робочого кута нахилу антени[14-16, 26-29].

Розділ робочого проекту «Оцінка впливу на навколишнє середовище» повинен мати результат розрахунку меж санітарно-захисної зони та зони обмеженої забудови. Розрахунки меж санітарно-захисної зони та зони обмеження забудови проводиться на підставі таких вихідних даних на кожен РТО:

- найменування;
- адреса;
- ситуаційний план з позначенням меж СЗЗ і зони обмеження забудови;
- потужність кожного передавача і їх кількість;
- місце розміщення антен і напрямки їх випромінювання;
- тип кожної антени;
- коефіцієнт підсилення антени;

- висота розташування фазового центра кожної антени;
- кут напрямку максимального випромінювання кожної антени (нижнього променя);
- робочі частоти (діапазон частот);
- тип модуляції;
- коефіцієнт втрат в антенно-фідерному тракті на передачу;
- діаграми спрямованості антен в горизонтальній та вертикальній площинах;
- час і режим роботи на випромінювання;
- матеріали розрахунків розподілу рівнів ЕМП на території, яка прилягає до РТО[28,30].

Встановлення факту дотримання ГДР ЕМП проводиться підприємствами, установами, закладами, що уповноважені органом центральної виконавчої влади з питань охорони здоров'я.

Правил необхідно дотримуватись:

- при проектуванні, спорудженні та експлуатації будинків, споруд і зон організованого перебування людей поблизу ЛЕПП;
- при проектуванні, спорудженні та експлуатації ЛЕПП;
- при проведенні робіт поблизу ЛЕПП.

Вся відповідальність за дотриманням вимог Правил покладається тільки на керівників відповідних організацій.

У самих Правилах термін "населення" включає в собі осіб, які проживають, працюють або тимчасово знаходяться поблизу ЛЕПП, в тому числі працівників сільського господарства, автогосподарств та ін., які проводять роботи поблизу ЛЕПП і не мають професійного відношення до них.

Фактор впливу електричного поля(ЕП) на людину від ліній електропередач, підстанцій, пристроїв створюють в навколишньому середовищі електричне поле, надалі ЕП, напруженість якого знижується в міру віддалення від них. Розрізняють такі види впливу:

- безпосередній вплив, який проявляється при перебуванні в ЕП, причому ефект впливу посилюється зі збільшенням напруженості поля і часу перебування в ньому;
- вплив електричних розрядів (імпульсного струму), як явище, що виникає при дотику людини до незаземлених конструкцій, корпусів машин і механізмів на пневматичному ході і протяжних провідників або при дотику людини, ізолюваної від землі, до рослин, заземлених конструкцій та інших заземлених об'єктів;
- вплив струму, який проходить через людину, що знаходиться в контакті з ізолюваними від землі об'єктами (великогабаритними предметами, машинами і механізмами, протяжними провідниками), - струму стікання.

Електричне поле спроможне спричинити займання або вибух парів легкозаймистих речовин через виникнення електричних розрядів при контакті предметів і людей з машинами і механізмами. Ступінь цієї небезпеки збільшується із збільшенням напруженості ЕП.

Згідно пункту 2.3. Санітарних правил, гранично допустимі рівні напруженості електричного поля прийняті такі значення:

- всередині житлових будинків - 0.5 кВ/м;
- на території зони житлової забудови - 1 кВ/м;
- поза зоною житлових забудов у густозаселеній місцевості (землі в межах міста з урахуванням планового розвитку на перші 10 років, приміські та зелені зони, курорти, землі які належать смт, в межах селищної межі і сільських населених пунктів, в межах цих пунктів), а також на території городів і садів - 5 кВ/м;
- на ділянках перетину ПЛ з автошляхами першої та четвертої категорій - 10 кВ/м;
- у ненаселеній місцевості (незабудована територія, яку відвідують люди, доступна для транспорту, та сільськогосподарські угіддя) - 15 кВ/м;

- у важкодоступній місцевості (без доступу для транспорту та спеціальної техніки) і на ділянках, спеціально відгороджених для виключення доступу населення - 20 кВ/м.

Загальним дефектом національної нормативної бази з електромагнітної безпеки – це дефект норм щодо гранично допустимих рівнів електромагнітних полів, генерованих від устаткування наземного та підземного електричного транспорту[15].

Наприклад, таким чином, у будівельних нормах і правилах щодо вимог до трамвайних і тролейбусних ліній[24, 14] існують вимоги до граничних електрострумів та напруг, а стосовно електричних та магнітних полів – ці норми не регламентують відстані до ліній електропередач та будівель для мінімізації у них індукційних електрострумів[40, 48]

У стандартах з технічного обслуговування чи ремонту контактної мережі магнітні поля, генеровані струмом у ній, не згадуються, і навіть з інженерної сторони впливу цих полів на міцність металевих конструкцій контактної мережі [43, 51]

Якщо розпочати порівняння вимог національних нормативно-правових актів стосовно безпеки використання електромагнітної мережі з міжнародним, то потрібно припустити, що міжнародні, наразі, є єдиними нормативами з електромагнітної безпеки як для працюючих, так і населення, що зумовлює відсутність у них певних протиріч. При цьому відмінності вимог для виробничих та побутових вимог наведені в одних таблицях та графіках. Оцінивши труднощі з виконанням державою міжнародних вимог до нормативно-правової бази, нашої країні потрібно ввести більш жорстких та дієвих норм для електромагнітних полів наднизьких та низьких частот та підвищення гранично допустимих рівнів випромінювань ультрависоких частот. Як зазначалося раніше, в Україні ця норма складає $2,5 \text{ мкВт/см}^2$, а у країнах Євросоюзу – 10 мкВт/см^2 . Ці зміни можуть викликати певну реакцію серед населення, тому потрібна фахова та чітко роз'яснювальна робота аби не було певних тем для дискредитації чи нав'язування не достовірної інформації серед населення.

На мій погляд, визначення небезпеки опосередкованого впливу на людей електромагнітного поля потребує в детальному дослідженні з великою кількістю проведених досліджень, експериментів. Він полягає, наприклад, у дії цих чинників на чутливу медичну апаратуру, диспетчерське обладнання тощо. При певних умовах, опосередкований вплив може спричинити шкоду здоров'ю та загрозу життю людей, тому потребує розгляду та коректування під відповідні нормативи з електромагнітної сумісності технічних засобів.

Чітко можна сказати, що як національні, так і міжнародні нормативи щодо гранично допустимих рівнів електромагнітних полів не ідеальні. Це можна спостерігати у розбіжності багатьох офіційних документах, законах тощо. Розбіжність у кількісних значеннях зумовлена, тим, що документ оперує тільки значенням, вплив яких на людей твердо та однозначно встановлений. В цей же самий час Всесвітня Організація Охорони Здоров'я вважає, що в умовах невизначеності впливу на живі організми від електромагнітних полів та випромінювань необхідно керуватися принципом під назвою «ALARA» (As Low As Reasonable – настільки низький, наскільки це можливо).

Таким чином, організаційні та технічні заходи щодо підвищення електромагнітної безпеки населення повинні бути спрямовані на максимальне зниження рівнів електромагнітних полів та випромінювань з урахуванням всіх можливих технічних можливостей та стабільної з економічної складової таких заходів.

Сам процес приведення національних та міжнародних вимог у прийнятну відповідність повинен розпочатись з узгодження дозиметричних показників, усі національні нормативи для діапазонів низьких(НЧ) – дуже високих частот(ДВЧ) оперують напруженостями електричного (E , В/м) і магнітного (H , А/м) полів та індукцією магнітного поля (B , Тл), а для більш високих частот – ультрависоких(УВЧ) – надзвичайно високих(НЗВЧ) – густиною (щільністю) потоку енергії (ЩПЕ, Вт/м²). В той же час у більшості нормативів інших країн (в тому числі і [7]) головними є дозові показники – густина електроструму у тілі людини (J , А/м²), питома поглинена енергія (SA , Дж/кг) та питома поглинена потужність (SAR , Вт/кг).

В Україні дозовий підхід використовується тільки для виробничих умов – енергетичне навантаження для електричного поля $((В/м)^2 \cdot год)$, для магнітного поля $((А/м)^2 \cdot год)$ та енергетичне навантаження з боку електромагнітного випромінювання $(Вт \cdot год/м^2)$ [11-15].

У кожного з нормувань є як переваги, так і недоліки, втім у практичній роботі такі невідповідності неприйнятні. В першу чергу це стосується технічної документації на електричне та електронне обладнання, яке підлягає сертифікації в Україні як з точки зору впливу на людей, так і для забезпечення електромагнітної сумісності технічних засобів. Узгодження одиниці вимірювання напруженостей полів, потоків енергії дозових навантажень автоматично вимагає певної зміни метрологічної бази та підходів до електромагнітного моніторингу.

У санітарних нормах [4, 24, 28] (таблиця 2.1.) наведено перелік приладів, рекомендованих для вимірювання рівнів електромагнітних полів, але найбільш використовуються у вимірюванні такі прилади як:

- вимірювальний прилад напруженості ближнього поля NFM-1(рисунок 2.1) виробництва ФРН, призначений для вимірювання напруженості електричної та магнітної складових електромагнітного поля промислової частоти 50 Гц та низькочастотного діапазону;
- вимірювачі густини потоку енергії серії ПЗ (ПЗ–9; ПЗ–21) російського виробництва;
- вимірювальні комплекти для середніх і високих частот FSM (FSM6-FSM11) виробництва ФРН(рисунок 2.2).

Ці прилади не виробляються понад 15 років, що призводить до проблем з технічного обслуговування цих приладів, а також до відома, паспортні похибки вимірювань цих приладів складають від 20 до 40 відсотків, що в наш час є занадто високою похибкою та не дає коректних даних при дослідженнях, які є вкрай важливі для поліпшення електромагнітної безпеки. Також це і стосується щодо методики до виконання вимірювань і не коректних результатів.

Таблиця 2.1

Перелік приладів, рекомендованих для вимірювання рівнів ЕМП
радіочастотного діапазону

№ з п	Найменування, тип	Призначення	Робочий діапазон частот	Вимірюваний параметр	Межі вимірювання	Похибка
1	Вимірювальний прилад напруженості і ближнього поля NFM-1 (ФРН)	Широкосмужне вимірювання електричних і магнітних високочастотних полів на робочих місцях і розподілу поля передавальних антен у ближній зоні. Вимірювання електричного поля промислової частоти 50 Гц	За Е: 50 Гц 60 кГц: 350 МГц	Напруженість	2:40 кВ / м 2: 2500 В / м	20%
			За Н:100 кГц: 10 МГц	Напруженість	1:10 А / м	20%
2	Вимірювач густини потоку енергії ПЗ-9 (Росія)	Вимірювання густини потоку енергії неперервних та середніх значень імпульсно-модульованих випромінювань	0.3 - 37,5 ГГц	ГПЕ	0,3 мкВт / см-2: 16.7 мВт / см-2	≤40%

3	Вимірювач напруженості і поля ПЗ-15,-16,17, -21 (Росія)	Вимірювання середньоквадратичного значення напруженості електричної і магнітної складових неперервних та імпульсних ЕМП у ближній зоні потужних джерел випромінювання	За Е: 10 кГц: 300 МГц	Напруженість	1: 1000 В / м (ПЗ-16) 1: 3000 В / м (ПЗ-15, -17) 0.5: 16А / м (ПЗ-16)	3,0 дБ
			За Н: 10 кГц: 30 МГц	Напруженість	0.5: 500 А / м (ПЗ-15, -17)	
4	Вимірювач густини потоку енергії ПЗ-18, -19, -20, (Росія)	Вимірювання середніх значень густини потоку енергії ЕМП у дальній зоні джерел ДВЧ випромінювань та на робочих місцях	0.3 - 39,65 ГГц	ГПЕ	0,32 мкВт / см-2: 10,0 мВт / см-2 (ПЗ-18) 0,32 мкВт / см-2: 100,0 мВт / см-2 (ПЗ-19, -20)	1,0 дБ

Продовження таблиці 2.1

5	Вимірювальний комплект FSM-6 (ФРН)	Вимірювання напруженості радіоперешкод та корисних випромінювань ЕМП	0.1: 30 МГц	Напруженість	1: 10-6 мкВ / м	2,0 дБ
6	Вимірювальний комплект FSM-8 (ФРН)	-	30: 1000 МГц	Напруженість	1: 5 x 10-6 мкВ / м	1,5 дБ
7		-	26: 1000 МГц	Напруженість	1:10 x 10-6 мкВ / м	1,0 дБ
8		-	0,009: 30 МГц	Напруженість	1:10 x 10-6 мкВ / м	1,0 дБ
9	Вимірювальний комплект BSM-301 (ФРН)	Вимірювання напруженості електричної та магнітної складових радіоперешкод та корисних	0.15: 30 МГц	Напруженість	1: 3 x 10-6 мкВ / м	≤4,0 дБ

		випромінювань ЕМП, визначення діаграм спрямованості випромінюючих антен				
10	Вимірювальний комплект BSM-401 (ФРН)	-	26: 300 МГц	Напруженість	30: $4,5 \times 10^{-6}$ мкВ / м	$\leq 4,0$ дБ

Правила вимагають вимірювань на висоті 1,8 м від поверхні, яка не завжди має рацію в сучасних умовах. Досвід показує, що в У багатьох випадках рівні випромінювання мобільних базових станцій на висоті 1,8 м набагато нижче гранично допустимого значення, а на висоті п'ятого і вище поверхів навіть житлові будинки в 2-3 рази вище.

Ситуація повторювалась неодноразово, коли замовники з визначення електромагнітного середовища вимагали доступу до досліджень не з формальної, а з наукової точки зору, що може призвести до юридичних конфліктів у майбутньому. Вважаємо за доцільне скласти спеціальний нормативний документ з електромагнітного моніторингу в Україні. Врахування принципів такого моніторингу, на мій погляд, є перспективною сферою досліджень.



Рис.1.1. Вимірювальний прилад NFM-1



Рис.1.2. Вимірювальний прилад FSM-6

1.5. Висновки до розділу

Я перевірів чинну нормативну базу щодо електромагнітної безпеки. В даний час існує велика потреба у гармонізації стандартів електромагнітної сумісності та електромагнітної сумісності технічних пристроїв з національними стандартами гігієни та міжнародними стандартами. Я запропонував дієві рекомендації щодо вдосконалення законодавчої бази.

Національна нормативна база щодо електромагнітної безпеки та електромагнітної екології має низку невідповідностей та суперечливих питань через певні затримки нормативних вимог щодо розвитку сучасного електромагнітного випромінювання.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Лінії електропередач, підстанції, обладнання, і перш за все повітряні лінії, створюють в навколишньому середовищі електричне поле, напруга якого падає в міру віддалення від них. Залежно від рівня, електричне поле може бути шкідливим для людей.

Існують такі типи впливу:

- прямий удар, що виникає під час перебування ПЕ, і ефект впливу зростає із збільшенням напруженості поля та тривалості перебування;
- ефект ураження електричним струмом (імпульсний струм), що виникає, коли людина торкається незаземлених конструкцій, машин і машинних кожухів і довгих кабелів у повітрі, або коли людина ізольована від землі, рослин, заземлених конструкцій та інших заземлених предметів;
- вплив струму, що протікає через людину, що контактує з предметами, ізольовані від землі (великі предмети, машини та механізми, довгі провідники), - струм струму [7-10].

Відповідно до частини 2, пункт 2.1. Державні стандарти гігієни та принципи захисту населення від впливу ЕРС, створені пристроями для передачі змінного струму на промислову частоту. Нормативні акти призначені для захисту населення та його здоров'я від шкідливого впливу електричних полів, що створюються електричними мережами та їх компонентами. Елементами електричних мереж є повітряні лінії електропередач, ВЛ, промислові частоти змінного струму (50 Гц), електричні та трансформаторні підстанції, розподільні пристрої, лінії електропередач, підземні та підводні кабельні лінії тощо (ЛЕП, підстанції, пристрої - лінії електропередачі).

З метою захисту населення від впливу ЛЕ були створені зони гігієнічного захисту. Зоною гігієнічного захисту вважається зона, де напруга ЕР перевищує 1 кВ / м:

- 20 м для повітряних ліній 300 кВ;
- 30 м для зовнішніх ліній 500 кВ;
- 40 м для повітряної лінії зв'язку 750 кВ;
- 55 м для повітряних ліній 1150 кВ.

Захист від електромагнітних полів радіочастот (ЕРС РФ) забезпечується шляхом здійснення організаційних та інженерних заходів, медико-профілактичних заходів та використання засобів індивідуального захисту. Вибір будь-якого із зазначених вище методів захисту від електромагнітного випромінювання залежить лише від діапазону робочих частот, характеру виконуваної роботи, інтенсивності та щільності потоку енергії електромагнітного поля для необхідного ступеня захисту [25].

Проектування будь-якої захисної системи починається зі порівняння допустимого рівня електромагнітного поля, визначеного відповідно до прийнятих стандартів дистанційного управління, з рівнями, отриманими методами прогнозування або вимірювання. Після результату такого порівняння ми отримуємо значення, необхідне для зниження рівня електромагнітної енергії. Ці методи є загальноприйнятими, а заходи захисту населення від ЕМР наведені на рисунку 2.1.

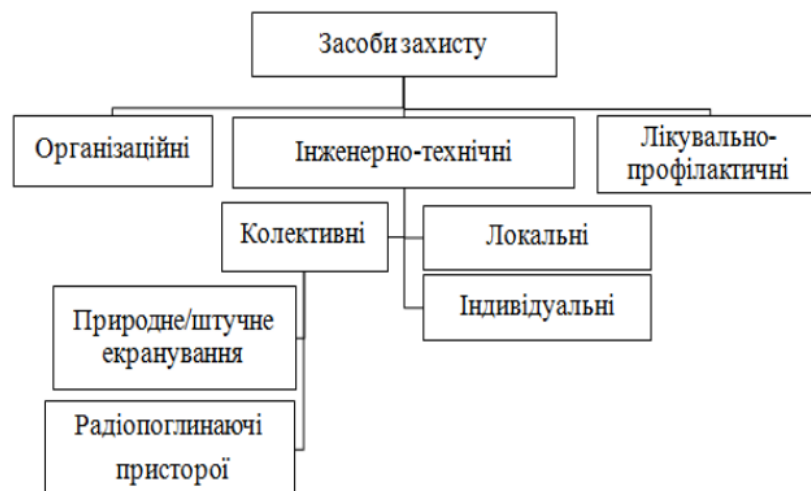


Рис.2.1. Засоби захисту від електромагнітного випромінювання

2.1. Інженерно-технічні методи і засоби захисту від електромагнітного випромінювання

Доведено, що електромагнітні поля негативно впливають на організм людини, який вже давно працює з джерелами випромінювання, а також на населення, яке живе поблизу джерел випромінювання. Показано, що переважна більшість населення постійно перебуває в умовах підвищеної активності електромагнітних полів. Будемо вважати, що в промисловому діапазоні частот (включаючи 50 Гц) допустимо окремо оцінювати вплив електричних та магнітних компонентів поля на біологічний об'єкт. У будь-якій точці електромагнітного поля промислової частоти енергія магнітної складової поля, що поглинається людським тілом, майже в 50 разів менше енергії електричної складової цього поля, що поглинається тілом. Отже, можна зробити висновок, що в промисловому діапазоні частот впливом магнітної складової поля на біологічний об'єкт можна знехтувати, і лише електрична складова поля чинить негативний вплив на організм.

Єдина ступінь впливу електромагнітного випромінювання на організм людини, як правило, залежить від частотного діапазону та тривалості опромінення, а також характеристик опромінення та опромінення, розміру площі поверхні опроміненого тіла та індивідуальних особливостей [23–25].

Завдяки впливу електромагнітного поля на людину можливі гострі та хронічні форми фізіологічних порушень функцій організму. Ці порушення виникають внаслідок дії електричного компонента ЕРС на нервову систему, а також на будову кори головного мозку та спинного мозку, серцево-судинну систему.

У переважній більшості випадків такі зміни в нервовій та серцево-судинній системах мають темний характер, але в результаті тривалого впливу вони накопичуються, а потім погіршуються з часом (один, два, десяти), але зазвичай вони зменшуються та зникають із покращенням умов праці або життя. Слід зазначити, що тривалий і підвищений вплив ЕРС призводить до стійких розладів, що переростають у хронічні захворювання.

У науково-технічній літературі з шістдесятих років XX століття почали з'являтися перші відомості про те, що люди, які були піддані опроміненню імпульсом НВЧ коливань, можуть на постійній основі чути незрозумілі звуки. Залежно від тривалості та частоти повторень імпульсів цей звук сприймається як щебет, цвірінчання чи дзюркіт у деякій точці всередині чи позаду голови. Явище викликало цікавість для досліджень серед вчених, які згодом розпочали систематичні та довготривалі дослідження на людях та тваринах. Під час досліджень, люди повідомляли про свої відчуття та стан самопочуття.

Тому електромагнітне випромінювання як фактор розвитку різних видів захворювань слід розглядати на основі клінічних досліджень та прозорих експериментальних матеріалів. А сукупний вплив цих променів широкого спектру дії можна класифікувати як окреме захворювання за допомогою радіохвиль. Ступінь вираженості його впливу безпосередньо залежить від напруженості електромагнітного поля, тривалості впливу, фізичних характеристик різних діапазонів частот, умов середовища, а також функціонального стану організму, його стійкості до різних адаптаційних факторів [35].

Вплив ультрафіолетового випромінювання (УВЧ) на організм людини привернув увагу багатьох вчених і чітко відображений у багатьох наукових публікаціях. Одна з цих робіт містить інформацію про клінічні симптоми впливу мікрохвильового випромінювання залежно від інтенсивності опромінення. При інтенсивності близько 20 мВт / см² у обстежуваного спостерігалось падіння частоти серцевих скорочень, значне падіння артеріального тиску, тобто - чітка реакція на випромінювання. Також спостерігається чітке підвищення температури шкіри у людей, які раніше зазнавали радіаційного опромінення [32].

При інтенсивності 6 мВт / см² спостерігались зміни статевих залоз, складу крові та помутніння кришталика. Крім того - зміни здатності крові осідати, умовний рефлекс, значний вплив на клітини печінки, зміни кори головного мозку. Потім - значне підвищення артеріального тиску, розрив капілярів і найбільш смертельне: кровотеча в легені та печінку. Випромінювання до 100 мВт / см² викликає стійкий

негативний тиск, постійні зміни в серцево-судинній системі та двосторонню катаракту.

Подальше опромінення значно впливає на тканини, викликаючи біль. Якщо інтенсивність перевищує $1 \text{ Вт} / \text{см}^2$, це спричиняє дуже швидку втрату зору, що є одним із серйозних наслідків впливу мікрохвильового випромінювання. На нижчих частотах такі ефекти не виникають, і тому їх слід розглядати як мікрохвильові. Ступінь ураження головним чином залежить від інтенсивності та довгострокового впливу радіації [31–33].

Інтенсивне НВЧ опромінення відразу викликає подразнення слизової оболонки особи, подразнення, звуження зіниці ока. Після короткотривалої дії, від одного до двох діб, прихованого періоду спостерігається помітне погіршення зору, що посилюється під час повторного опромінення і засвідчує про кумулятивний характер пошкоджень. За час тривалих спостережень за людьми, доводять існування способу відбудови пошкоджених клітин, який вимагає тривалого часу, в середньому від десяти до двадцяти діб. Але якщо з часом відбувається зростання часу та інтенсивності впливу ЕМВ, то пошкодження вже становлять незворотній характер.

При прямому впливі радіації рогівка пошкоджується. Але з усіх тканин ока лінза має найвищу чутливість в діапазоні $1 \dots 10 \text{ ГГц}$. Серйозні пошкодження лінзи спричинені термічним впливом мікрохвиль (з густиною потоку енергії вище $100 \text{ мВт} / \text{см}^2$). При низькій інтенсивності помутніння спостерігається лише в задній частині, при високій - у всій лінзі. Формування катаракти можна пояснити не тільки спекою, а й залежністю від багатьох інших, не до кінця встановлених факторів. Польові концентрації в середовищах з індивідуальними діелектричними властивостями та ефектами масового резонансу можуть зіграти значну роль. З метою профілактики професійних захворювань, спричинених тривалим впливом електромагнітного випромінювання, визначаються гранично допустимі рівні електромагнітного випромінювання. Згідно з ГОСТ 12.1.006-84 "ССБТ. Радіочастотне електромагнітне поле".

Рівні ЕРС слід контролювати не рідше одного разу на рік, і коли нова будівля чи споруда вводяться в експлуатацію або старі будівлі відновлюються, рівні

електромагнітного випромінювання слід вимірювати до введення в експлуатацію [27].

Для того, щоб зменшити вплив ЕМП на персонал та населення в галузі електронних засобів, слід вжити низку заходів із збереження. Сюди входять організаційні, технічні та медичні та профілактичні заходи.

Здійснення організаційно-технічних заходів в першу чергу покладається на гігієнічні органи. Разом із санітарними лабораторіями компаній та установ, що використовують джерела електромагнітного випромінювання, вони повинні вжити заходів для оцінки гігієнічного проектування та реконструкції приладів, що виробляють та експлуатують обладнання радіозв'язку, а також нових технологічних процесів та приладів з використанням електромагнітних полів, існуючого гігієнічного нагляду за пристроями, що використовують джерела випромінювання, проведення робіт організаційно-методичне навчання та техніко-технічний нагляд.

Під час проектного плану, потрібно буде забезпечити взаємне розташування опромінюючих та опромінюваних об'єктів, яке б в підсумку зводило би до мінімуму інтенсивність опромінення, адже як відомо, що повністю уникнути опромінення на даний час зовсім неможливо, незважаючи на прогрес. Необхідно зменшити ймовірність проникнення людей у зони з високою інтенсивністю ЕМП, або скоротити час перебування під опроміненням до мінімального значення, яке тільки можливо задля здоров'я опромінюваної людини. Сила джерел випромінювання мусить бути мінімально потрібною.

Інженерно-технічні заходи включають:

- розміщення обладнання за раціональним принципом;
- використовувати засоби, які обмежують надходження електромагнітної енергії на робочі місця персоналу (спеціальні поглиначі потужності, екранування, використання мінімальної потужності генератора ЕМВ);
- позначення та огороження зон з підвищеним рівнем ЕМВ РЧ.

А для захисту очей працюючих людей на об'єктах з ЕМВ доцільно використовувати захисні окуляри, такі як наприклад ЗП5-90 (рисунки 2.2.). В цих та подібних окулярах, скло покрито напівпровідниковим оловом, яке має здатність

послаблювати інтенсивність електромагнітної енергії при світло пропусканні не нижче ніж сімдесят п'ять відсотків.



Рис.2.2. Захисні окуляри типу ЗП5-90

Також варте до уваги значення мають такі інженерно-технічні методи та засоби захисту:

- колективний(група будинків, район, населений пункт);
- локальний(окремі будівлі, приміщення);
- індивідуальний.

Колективний захист спирається на розрахунок поширення радіохвиль в умовах конкретного рельєфу місцевості. З економічної сторони, доцільно використовувати природні екрани – складки місцевості, лісонасадження, нежитлові будівлі, адже встановивши антену для прикладу на горі, можна домогтись результату в зменшені інтенсивності поля, яке опромінює населений пункт. Схожий результат дає відповідна орієнтація діаграми направленості, особливо високо спрямованих антен, наприклад шляхом збільшення висоти антени. Але висока антен складніша, дорожча, менш стійка. Крім того, ефективність такого захисту зменшується з відстанню[24].

При захисті від випромінювання екрана необхідно враховувати затухання хвилі при проходженні через екран(наприклад, через лісову смугу, насадження). Для екранування можна використовувати рослинність. Спеціальні екрани у вигляді відбивальних і радіопоглинальних щитів є дорогими та малоефективними, тому використовуються дуже рідко.

Найбільш ефективним способом зниження інтенсивності ЕМП є екранування. Цей спосіб захисту від електромагнітних випромінювань полягає у відображенні і поглинання електромагнітних хвиль.

Ефективність екранування розраховується на основі вимог та стандартів на рівні впливу людини. Визначені значення ефективності екранування визначають необхідний матеріал та геометричні властивості захисного екрану.

Ефективність екранування показує, у скільки разів зменшується напруженість поля в даній області при екрануванні джерела. Ступінь ефективності скринінгу в основному виражається в децибелах [18, 19].

2.2. Організаційні методи і засоби захисту від електромагнітного випромінювання

Організаційні заходи здійснюють органи санітарного нагляду. Вони проводять санітарний нагляд за об'єктами, в яких використовуються джерела електромагнітних випромінювань. До заходів організаційного характеру належать:

- вибір раціональних режимів роботи обладнання;
- обмеження місця і часу перебування персоналу в зоні впливу ЕМВ РЧ (захист відстанню і часом) і т. п.

В залежності від умов опромінення, характеру та місця знаходження джерел ЕМВ РЧ можуть бути застосовані різні засоби і методи захисту від опромінення: захист за допомогою часу, захист за допомоги великої відстані; екранування джерела випромінювання; зменшення випромінювання безпосередньо в самому джерелі випромінювання; екранування робочих місць; засоби індивідуального захисту; виділення зон випромінювання[33-36].

Для чіткого уявлення прикладу, захист часом передбачає обмеження часу перебування людини в електромагнітному полі і застосовується, коли немає можливості знизити інтенсивність випромінювання до допустимих значень.

Засоби індивідуального захисту слід застосовувати лише тоді, коли інші засоби захисту неможливі або неефективні: при проходженні через зони з високою

інтенсивністю опромінення, під час ремонтно-налагоджувальних робіт в аварійних ситуаціях, під час короточасних перевірок та коли інтенсивність випромінювання змінюється. Такі заходи незручні в експлуатації, обмежують можливість виконання трудових дій, погіршують гігієнічні та гігієнічні умови. У високочастотному діапазоні засоби індивідуального захисту працюють за принципом екранування людини через відображення та поглинання електромагнітного поля. Частина тіла захищена спеціальним одягом з металізованих речовин та матеріалів, що поглинають радіовипромінювання. Одягнена тканина виготовляється з бавовняних ниток з тонким дротом всередині або з бавовняних або капронових ниток, спірально намотаних металевим дротом. Така тканина, як металева сітка, відстань між нитками до 0,5 мм значно зменшує радіаційний ефект. Шуючи деталі захисного одягу, переконайтеся, що ізольовані дроти стикаються. Тому електроізоляційне ущільнення з'єднань виконується із застосуванням електропровідних матеріалів або клеїв, що забезпечують гальванічний контакт або збільшують ємнісне з'єднання безконтактних провідників [39].

Дистанційний захист застосовується, коли неможливо зменшити інтенсивність опромінення іншими способами, включаючи тривалість перебування людини в зоні небезпеки. У цьому випадку використовують збільшення відстані між передавачем та оператором [40].

Зниження енергії випромінювання безпосередньо у джерелі випромінювання досягається за допомогою спеціальних пристроїв. Щоб уникнути випромінювання в лабораторії, оскільки навантаження генератора замість відкритих випромінювачів, слід використовувати енергетичні поглиначі (еквівалентні антени та навантаження джерела РЧ-випромінювання), тоді як інтенсивність випромінювання зменшується до 60 дБ або більше. Промисловість випускає еквівалентні антени, розраховані на потужність поглинання 5, 10, 30, 50, 100 і 250 Вт.

Також до інженерних засобів захисту також належать:

- конструктивна можливість працювати на зниженій потужності в процесі налагоджування, регулювання та профілактики;
- робота на еквівалент налагодження;

- дистанційне керування.

Існує велика кількість радіопоглинаючих матеріалів як однорідного складу, так і композиційних, котрі складаються з різнорідних діелектричних та магнітних речовин. Для сприяння підвищення ефективності поглинача поверхня екрана виготовляється шорсткою, ребристою або у вигляді шипів. Радіопоглинаючі матеріали можуть використовуватися для захисту навколишнього середовища від ЕМП, яке генерується джерелом, що знаходиться в екранованому об'єкті. Крім того, радіопоглиначами для захисту від віддзеркалення личкуються стіни безлунких камер – приміщень, де випробовуються випромінювальні пристрої. Радіопоглинаючі матеріали використовуються в кінцевих навантаженнях, еквівалентах системах[43].

Засоби індивідуального захисту використовують лише у випадках, коли інші захисні заходи неможливо застосувати або вони недостатньо ефективні: при переході через зони збільшеної інтенсивності випромінювання, при ремонтних та налагоджувальних роботах чи аварійних ситуаціях, під час короткочасного контролю та при зміні інтенсивності опромінення. Такі засоби незручні в експлуатації обмежують можливість виконання робочих операцій, погіршують гігієнічні умови.

Раніше у використанні були рукавички та бахили. На даний час ці засоби захисту прийнято вважати за непотрібні, оскільки допустима величина щільності потоку енергії для рук та ніг у багато разів вища, ніж для тіла. Колективні та індивідуальні засоби захисту можуть забезпечити тривалу безпечну роботу персоналу на об'єктах з підвищеним ЕМВ.

2.3. Лікувально-профілактичні методи і засоби захисту від електромагнітного випромінювання

Медичні або профілактичні заходи включають постійні медичні огляди працівників у галузі ЕМП, обмеження тривалості перебування людей у зоні високої

інтенсивності електромагнітного випромінювання, надання безкоштовного медичного харчування та медичні перерви.

2.4. Особливості екранування високочастотних полів

Останніми роками велика увага приділяється екрануванню електромагнітних полів та радіації в Україні та в усьому світі. Це пов'язано із зростанням вимог до захисту людей від цього фізичного фактора та забезпечення електромагнітної сумісності технічних пристроїв. Актуальність роботи в цій галузі в Україні зумовлена поступовим переходом до європейських стандартів та стандартів електромагнітної безпеки жителів та службовців, а також електромагнітної сумісності електричного та електронного обладнання та приладів різного призначення та застосування. В умовах насичення сучасних просторів різними технічними засобами та їх широкого спектра випромінювання постає завдання розробки та впровадження систем захисту від їх впливу в промислових та побутових умовах, що відповідають сучасним вимогам [14].

На сьогодні електромагнітні поля та випромінювання є одними з основних фізичних факторів негативного впливу на людину. Особливістю електромагнітних полів, що генеруються пристроями в енергетиці, є їх високий рівень та різноманітні закономірності утворення та розповсюдження. Варто зазначити, що основні фактори, що впливають на працівників різних об'єктів і компаній, різні: для електричних машин різного призначення - магнітна складова електромагнітного поля, для відкритих розподільчих мереж і ліній електропередач - електричний елемент. Всі перераховані вище фактори вимагають експериментальних та теоретичних досліджень для визначення рівнів описаних дисциплін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо зменшення їх впливу на працівників [9].

На основі попередніх даних для визначення необхідної ефективності електромагнітних екранів та їх конструкції для конкретних застосувань проводяться

експериментальні дослідження розподілу та кількісні значення полів поблизу технічних засобів. Відомо про глобальну проблему екранування магнітної складової електромагнітного поля, яка зумовлена, наприклад, намагніченістю феромагнітних структур та самого екрану. Тому доречно розглядати рівні магнітного поля технічними засобами [10].

Ефективним засобом захисту працівників від впливу електромагнітних полів є захист цих полів захисними матеріалами. Аморфні сплави з м'якою магнітною формою є найефективнішим матеріалом для створення електромагнітних екранів. Для того, щоб зменшити рівень відбитих полів, необхідно використовувати композиційні захисні матеріали з дуже низькою відбивною здатністю [12]. Гнучкість цих матеріалів і можливість контролю захисних властивостей дозволяють використовувати їх на фасадних поверхнях із складним рельєфом і роблять їх перспективними для створення захисних костюмів, призначених для екранування електромагнітних полів певних частот і амплітуд. Наукове обґрунтування та розробка цих захисних покриттів для конкретних електромагнітних середовищ та розробка захисного одягу є предметом подальших досліджень.

Затінення високочастотних полів утруднене через необхідність розміщення екранів біля трансформатора, що пов'язано з обмеженими офісними приміщеннями. За таких обставин доцільно використовувати кілька шарів екрануючих поверхонь, виготовлених з феромагнітного матеріалу. Розрив між шарами не є вирішальним. Відомо, що магнітні поля трифазних джерел живлення еліптично поляризовані. У міру проходження шарів через шари магнітне поле лінійно поляризується і послаблюється за рахунок послаблення вихрових струмів електричного струму в корпусі екрану та поглинання гістерезису [45–48].

Більшість досліджень показують, що холоднокатана низьковуглецева магнітна електросталь з низьким вмістом вуглецю також підходить для виробництва таких екранів. На додаток до високих виробничих потужностей, вони стабільно дешеві, що є економічно вигідним для захисту робітників і суспільства від впливу ЕМП.

Очікується, що більш простим завданням буде захист високочастотного випромінювання, включаючи випромінювання від бездротового зв'язку, наприклад,

радіостанції в цивільній авіації. Таке випромінювання захищене будь-якою металевою поверхнею, багатошаровою структурою або сіткою або перфорованою металевою конструкцією. Однак майже у всіх випадках ефективність захисту досягається значною мірою завдяки відбиттю короткохвильового випромінювання. В таких умовах відбита хвиля може бути спрямована в небажаний напрямок, що особливо важливо для місцевих джерел, розташованих всередині або зовні, але з переважним напрямком випромінювання [50,51,60].

Дослідження показали, що перфоровані екрани з отворами вільної форми є найбільш ефективними. Необхідні відношення загальної площі екрану до загальної площі отворів визначають співвідношення коефіцієнтів відбиття та поглинання. У цьому випадку сплав, з якого виготовлений екран, не має значення. Вимірювання ККД щитів з листів різної товщини показують, що коефіцієнт поглинання збільшується пропорційно товщині листа. Втрати на поглинання, наприклад, внаслідок перемагнічування гістерезисом, були виключені через використання алюмінієвих сплавів для авіації. Ефект був отриманий таким чином, послаблюючи електромагнітну хвилю в отворах, які в даному випадку є хвилеводами. Відомо, що це затухання пропорційне довжині хвилеводу, тобто коефіцієнт поглинання зростає із збільшенням товщини екрану.

Наразі теорія прямокутних хвилеводів активно розроблялася, і відповідні розрахунки для круглих отворів є напівемпіричними, тобто частина розрахунків була взята з теоретичних матеріалів, а інша частина теорії підтверджена на практиці, тому подальші дослідження в цьому напрямку

Геометричні критерії ефективності електромагнітного екранування вимагають окремого розгляду екранування проти високочастотних полів. Досвідчені вчені та інженери, що розробляють захисні екрани, показують, що суцільні великі екрани, виготовлені з феромагнітних матеріалів, що покривають джерело ЕМР, не забезпечують необхідного захисту через намагнічування самого екрану. Попередні дослідження оптимізації положення екрану стосувались переважно лише лінійних джерел [13].

Беручи до уваги дослідницьку роботу, запровадження певного алгоритму забезпечення електромагнітного захисту, буде раціонально розробляти процеси від підбору матеріалів до виготовлення електромагнітних екранів з метою підвищення якості проектування [4, 10, 24-26].

2.5. Висновки до розділу

Таким чином, аморфні магнітомягкі сплави та металополімерні композиційні матеріали з контрольованими захисними властивостями, як правило, ефективні проти електромагнітних полів, в яких максимальне поглинання електромагнітного випромінювання супроводжується мінімізацією відбивної складової за допомогою перфорованих екранів. Діаметри отворів та відстань між ними розраховуються виходячи з необхідної частоти зрізу та ефективності екранування.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

3.1. Загальний вплив на організм людини

Серед різних факторів фізичного середовища, які можуть негативно впливати на організм людини та біологічні об'єкти, електромагнітні поля неіонізуючої природи є дуже складними, особливо ті, які певним чином пов'язані з високочастотним випромінюванням. Електромагнітне поле - це особлива форма існування речовини, яка характеризується поєднанням електричних і магнітних властивостей. Основними параметрами, що характеризують електромагнітне поле (ЕРС), є: частота, довжина хвилі та швидкість поширення. Електромагнітне поле оточує нас щодня, але ми їх не відчуваємо і не помічаємо - тому ми не бачимо променів, що надходять від телевізійної вежі, ліній електропередач, приладів.

Простір навколо нас заповнений різними електромагнітними полями, які, в свою чергу, мають джерела, розділені на дві групи. До природних джерел електромагнітних полів відноситься електромагнітне поле Землі, яке охоплює геопатогенні зони; космічні джерела радіохвиль (сонячні спалахи, магнітні бурі, зоряне випромінювання тощо); процеси, що відбуваються в атмосфері Землі (блискавки, зміни в іоносфері). Радіаційний фон, що виробляється космічними променями, забезпечує майже половину зовнішнього випромінювання людини від природних джерел. Більшість космічних променів надходять з глибин космосу, але деякі створюються сонцем під час сонячних спалахів. Космічні промені, що досягають поверхні Землі та взаємодіючи з атмосферою, створюють різні космогенні радіонукліди, космогенні радіонукліди утворюються в результаті ядерної реакції між ядром хімічних елементів земного походження та частинками космічних променів. Природне електричне поле Землі створюється надмірно негативним зарядом на поверхні. Його інтенсивність коливається від 100 до 500 В /

м. Штормові хмари можуть збільшити напруженість земного поля до декількох десятків, а то й сотень кВ / м. Група природних електромагнітних полів характеризується широким діапазоном частот.

Джерелами електромагнітного поля в житловому приміщенні є різні типи електроприладів і приладів – кухонні побутові прилади, ноутбуки, роботи-пилососи, електропечі, WI-FI роутери, комп'ютери тощо, а також електропроводка. На електромагнітну ситуацію квартири впливає електричне обладнання будинку, трансформатори та кабельні лінії. Електричне поле в житлових будинках знаходиться в межах $1/10$ В / м, що є допустимими значеннями. Однак можуть бути підвищені точки, такі як незаземлений монітор комп'ютера. Вимірювання напруженості магнітного поля від домашніх електронних пристроїв свідчать про те, що їх короточасний вплив може бути набагато сильнішим, ніж тривале перебування людини в лінії електропередач. Відомо, що норми допустимих значень напруженості магнітного поля лінії електропередачі для населення становлять 1000 МГц, побутова техніка постійно перевищує це значення. Наприклад, згідно з даними Центру електромагнітної сумісності, стандартний побутовий холодильник ЕМП над гранично допустимим рівнем ($0,2 \cdot 263$ мкТл) виникає на відстані 10 см від компресора і лише тоді, коли він запускається та працює.

По-перше, загальний вплив електромагнітних полів на організм людини має різний діапазон полів. Чим коротша довжина хвилі, тим більше енергії вона має, і навпаки. Високочастотне випромінювання може іонізувати атоми або молекули в соматичних клітинах, що в свою чергу порушує їх процеси. Хоча електромагнітні коливання в довгохвильовому спектрі не викидають електрони із зовнішніх оболонок атомів і молекул, вони можуть нагрівати органічну речовину і спричиняти рух частинок в теплі.

До того ж тепло - воно лише всередині. Ембріони та маленькі діти особливо чутливі до впливу негативного впливу радіації. З цього можна зробити висновок, що проявом первинної дії електромагнітної енергії є нагрівання, яке може призвести до змін і навіть пошкодження тканин та органів. Центральна нервова система

(суб'єктивні відчуття - підвищена стомлюваність, головні болі тощо) та нейроендокринна система дуже чутливі до електромагнітних полів. Вплив на імунну систему виражається зміною частоти серцевих скорочень, судинних реакцій, змінами кровотворення, захворюваннями органу зору, ендокринної системи призводить до стимуляції найважливіших залоз внутрішньої секреції - гіпофіза, надниркових залоз, щитовидної залози тощо.

Знання загального характеру впливу електромагнітних хвиль на організм людини та норм допустимого випромінювання, методів контролю, інтенсивності випромінювання та заходів захисту від них є абсолютно необхідними для людей у виробничих та побутових умовах. Згідно з опублікованими результатами можна зробити такий висновок: хвилі з міліметровим діапазоном поглинаються поверхневими шарами шкіри, сантиметр - шкірою та підшкірною клітковиною, дециметр - внутрішніми органами.

Виходячи з цих даних, вам потрібно додатково захистити проект. Допустимі норми випромінювання встановлюються обслуговуючим персоналом джерел випромінювання та усіма сторонніми особами. При компонуванні робочих станцій ПК слід враховувати відстань між робочими столами з моніторами: відстань між бічними поверхнями моніторів не менше 1,2 м, а відстань між екраном монітора і тильною стороною іншого монітора не менше 2,0 м. Основними методами є: зменшення випромінювання безпосередньо від джерела, екранування джерела випромінювання, екранування робочого місця, поглинання електромагнітного енергії, засобів індивідуального захисту. Для реалізації цих методів використовуються такі методи: екрани, поглинаючі матеріали, глушники, еквівалентні навантаження та індивідуальні міри. Екрани призначені для придушення електромагнітного поля у напрямку поширення хвилі. Ступінь загасання залежить від структури екрану та параметрів випромінювання. Екранний матеріал також впливає на ефективність екрану. Товщина екрану, що забезпечує необхідне загасання, розраховується спеціальним методом. Для екранування часто використовується металева сітка. Сітчасті екрани мають багато переваг. Вони

видимі, забезпечують циркуляцію повітря та дозволяють швидко встановити та зняти екрануючі пристрої. Рекомендується використовувати дистанційний захист як основний метод захисту в умовах життя [23, 24]

Як результат, електромагіфікація, яка є відчайдушним фізичним субпідрядником, впливає на біологічне середовище. Незначний вплив перешкод порушує функції серця та судової влади, виробляючи певну кількість мови. Захистіть людей від шкідливих наслідків електромагнітного видалення на основі вищезазначених методів: зміни будуть змінені для отримання захисту робочого місця; встановлення зон санітарної безпеки; моніторинг або зменшення накопичення пристроїв статичної електрики; осадження електростатичних приладів; заміна індивідуальних витрат на охорону. Зниження бажання збільшити потребу у впровадженні енергоємних електростанцій; блокування падіння або падіння готовності попередників залишитися в секторі загалом 52%.

3.2. Вплив електромагнітного поля на серцево-судинну систему людини

Взаємодія людського організму з фізичними факторами антропогенного середовища базується на переконанні, що кожен живий організм - це відкрита система. Між кожним живим організмом та довкіллям відбувається постійний обмін речовинами, енергією та інформацією. Високочастотна техногенна ЕРС є важливим фізичним фактором антропогенного середовища, який, на мою думку, суб'єктивно не відчувається почуттями людини і разом з геліофізичними факторами надає неспецифічний вплив на організм [23, 29].

Природні електромагнітні поля є важливою частиною абіотичного компонента екосистем. Електромагнітний фон Землі складається з постійного геомагнітного поля з джерелом всередині Землі та змінного - внаслідок змін геомагнітного поля

низької частоти (до 5 Гц) і низької частоти в результаті загальної штормової активності [3, 34].

Магнітне поле Землі створює магнітосферу, яка зазнає тиску сонячного вітру, що змінює радіус сферичної порожнини Землі - іоносфери. Оскільки власні частоти цієї порожнини визначаються висотою нижньої межі іоносфери, зміни частоти електромагнітного фону слідує за збуреннями на Сонці. Це може спричинити зміни фізіологічних параметрів живих організмів та організму людини, включаючи зміни фізіологічних параметрів живих організмів та організму, в т.ч. Параметри середовища існування людини постійно змінюються в циклі сонячної активності, особливо, як уже згадувалося вище, змінюються частотні властивості електромагнітного фону Землі. Більше того, ЕМЗ штучного походження можуть порушити баланс у комплексі абіотичних факторів [51].

Під впливом ЕМП в організмі людини спостерігаються в основному загальна слабкість, стомлюваність, порушення сну, головні болі, подразнення та втрата уваги, симптоми шлунка, печінки, селезінки, змішаних та ендокринних залоз, пригнічені їжа та стать, рефлекс, зміна артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, форма електрокардіограми [3, 6, 10, 43].

Переважає більшість медичних досліджень показує, що нервова, серцево-судинна, ендокринна, репродуктивна та очна системи є найбільш чутливими до впливу електромагнітних полів людського походження, а також ЕМП може мати значний вплив на швидкість метаболізму. Хронічне високочастотне випромінювання електромагнітних полів з нелетальною інтенсивністю, що дорівнює або перевищує 10 мВт / см².

Симптоми включають реакції центральної нервової системи та клінічні ознаки вегетативної системи, що проявляється зміною настрою та поведінки. Клінічними симптомами є серцево-судинна, шлунково-кишкова або ендокринна [33, 35–40].

Клінічні симптоми впливу електромагнітного поля на організм людини при різній інтенсивності електромагнітного поля:

- 600 мкВт / см² і більше: радіаційний біль;
- 200-600 мкВт / см²: пригнічення окисно-відновних процесів у тканинах;
- 100-200 мкВт / см²: підвищення артеріального тиску та його подальше зниження в результаті тривалого впливу електромагнітних полів, при тривалому впливі - стійкої гіпотензії;
- 40-100 мкВт / см²: відчуття тепла, розширення судин, з тривалою дією - підвищення артеріального тиску на 20-30 мм.рт.ст.
- 20-40 мкВт / см²: стимуляція окисно-відновних процесів у тканинах;
- 10-20 мкВт / см²: підвищена стомлюваність, зміни біоелектричних властивостей мозку;
- 8–10 мкВт / см²: тривалі біохімічні зміни у складі крові - зміна здатності до згортання крові;
- 6-8 мкВт / см²: зміни електричної активності провідної системи серця, серцеві відхилення, зафіксовані на електрокардіограмі, зміни рецепторного апарату;
- 4–6 мкВт / см²: зміна артеріального тиску, зменшення кількості лейкоцитів та еритроцитів у крові;
- 3-4 мкВт / см²: виражений характер зниження артеріального тиску, прискорення частоти серцевих скорочень, коливання об'єму крові в серці;
- 1-3 мкВт / см²: падіння артеріального тиску, збільшення частоти серцевих скорочень, незначні коливання об'єму крові в серці, зниження внутрішньоочного тиску протягом більш тривалого періоду;
- 0,4–1 мкВт / см²: слуховий ефект з пульсуючим електромагнітним полем;
- 0,3-0,4 мкВт / см²: зміни нервової системи при тривалому впливі протягом 5-10 років;

□ 0,1-0,3 мкВт / см²: реєстрували електрокардіографічні зміни функції серця;

□ 0,05-0,1 мкВт / см²: тенденція до зниження артеріального тиску при тривалому впливі NMP [29, 62].

Тривалий вплив ЕМП високої та дуже високої частоти може спричинити фізіологічні зміни в серцево-судинній системі: зниження артеріального тиску, брадикардію, повільну внутрішньошлуночкову провідність та порушення балансу іонів калію, кальцію та натрію в крові [29, 62].

Експерименти показали збільшення захворюваності на ішемічну хворобу серця та гіпертонію, наприклад у машиністів електровозів та машиністів метро; для артеріальної гіпертензії та серцево-судинної дистонії - в регуляторах радіоприладів у високочастотному діапазоні [17, 62]. Регуляція роботи серця в організмі людини здійснюється за допомогою місцевих і центральних механізмів. Місцеві механізми регуляції включають міогенні, нервові та гуморальні механізми, що є в серці. Міогенні механізми регуляції: 1) попереднє напруження - чим більше серцевий шлуночок розтягується тече кров'ю, тим більша сила його скорочень; 2) постнавантаження - збільшення сили скорочення лівого шлуночка при збільшенні діастолічного тиску в аорті; 3) частота серцевих скорочень - сила скорочень збільшується в міру збільшення частоти серцевих скорочень. Місцевий нервовий механізм регуляції серця забезпечується провідною системою серця (синоатріальний вузол, інтерстиціальний передсердний шлях, атріовентрикулярний вузол, його пучок і ніжки, волокна Пуркін'є), яка здатна до спонтанної ритмічної деполяризації мембран, що веде до формування та функціонування. Центральні механізми серцевої регуляції забезпечуються симпатичною нервовою системою (збільшує силу скорочення міокарда, збільшує частоту серцевих скорочень, збільшує швидкість стимуляції провідної системи серця, посилює подразнення серця) та парасимпатичною нервовою системою (зменшує силу скорочення міокарда, зменшує частоту серцевих скорочень, зменшує провідність) . серцево-судинна система, зменшує подразнення серця). Отже, серцева регуляція визначається взаємодією внутрішньосерцевих та несерцевих механізмів [63–65].

Таким чином, тривалий вплив високочастотних електромагнітних полів на соціальну складову різних систем може призвести до порушення регуляції роботи серцево-судинної системи людини, що в майбутньому може призвести до розвитку ішемічної хвороби серця, цереброваскулярних захворювань та гіпертонії в подальшому майбутньому. Більше того, спостерігається високий ризик у міській екосистемі значно зростає.

3.3. Вплив електромагнітного поля на нервову систему людини

Нервова система людини є гіперчутлива до електромагнітних впливів, оскільки нервові клітини мозку (нейрони) погіршують свою провідність в результаті т.зв. "Втручання" зовнішніх полів. Це може мати серйозні та незворотні наслідки для людей та їхнього оточення, оскільки зміни призводять до вищої нервової діяльності. А саме він відповідає за всю систему умовних і безумовних рефлексів. Крім того, погіршується пам'ять, погіршується координація мозкової діяльності з роботою всіх частин тіла. Психічні розлади також більш вірогідні - від галюцинацій до спроб самогубства. Організм з обмеженими можливостями може посилити хронічні захворювання.

Більш негативні реакції імунної системи на вплив електромагнітних хвиль. Це не тільки послаблює імунітет, але й атакує імунну систему власним тілом. Ця агресія викликана зменшенням кількості лімфоцитів, що повинно забезпечити перемогу над інвазивними інфекціями. Ці "хоробрі воїни" також стають жертвами електромагнітного випромінювання [34, 40].

Якість крові відіграє ключову роль у здоров'ї людини. Як електромагнітне випромінювання впливає на кров? Усі елементи цієї животворної рідини мають специфічні електричні потенціали та заряди. Електричні та магнітні компоненти, що генерують електромагнітні хвилі, можуть руйнувати або прилипати еритроцити,

тромбоцити та закупорювати мембрани клітин. І їх вплив на органи кровотворення викликає порушення в роботі всієї системи кровотворення. Реакцією організму на таку патологію є виділення надмірних доз адреналіну. Всі ці процеси дуже негативно впливають на серцевий м'яз, артеріальний тиск, провідність серця і можуть викликати аритмії.

Нервова система та тісно пов'язана з нею серцево-судинна система потенційно найбільш вразливі до електромагнітних полів, оскільки це біоелектричні системи, здатні реагувати на зовнішні електричні сигнали. Це різні типи розладів нервової системи (головні болі, втома, порушення концентрації уваги тощо). Широко поширені серед робітників перших потужних радіолокаційних станцій, впроваджених в систему ППО незабаром після Другої світової війни, лікарі першими звернули увагу лікарів на проблему ЕМ людини. Тому протягом приблизно 50 років вивчались різні аспекти негативного впливу ЕРС на функціональний стан різних відділів нервової системи, і можливість розвитку нервової патології внаслідок цього фактора вже давно є загальним явищем [47–50].

Розрізняють гострі та хронічні ефекти ЕМП. Таким чином, гострий ефект створює досить короткочасний ефект електромагнітного поля дуже високої напруженості (наприклад, під час аварійного ремонту ліній електропередач, аварій на електростанціях тощо), що супроводжується значним порушенням автономного регулювання різних функцій, які розвиваються в основному в результаті рефлекторних реакцій. Це проявляється швидко розвивається слабкістю, розладами серця, спрагою, іноді тремтінням кінцівок, спастичними реакціями судинної системи, іноді блювотою. Ці зміни, разом із своєчасним припиненням побічних ефектів, є повністю оборотними.

Патологія, яка розвивається внаслідок хронічного впливу електромагнітних полів, має більшу частку, оскільки впливає на дуже широкий спектр професійних груп, що працюють в електротехніці. Існує три основних синдроми розладів нервової регуляції:

- астенічний;
- стеновегетативний (або судинно-дистонічний синдром);
- гіпоталамус.

Астенічний синдром в основному характерний для ранніх стадій захворювання і включає розвиток у робітників таких функціональних розладів, як часті головні болі, втома, дратівливість, різні порушення сну, періодичні болі в серці функціонального характеру, а також схильність до гіпотонії та брадикардії. - судинні.

Крім того, більшість пацієнтів скаржилися на часті спазми та гострий біль у серці, поганий вплив судинорозширювальних засобів, іноді відчуття серцевої недостатності, періоди раптової задишки, загальну слабкість та стомлюваність. Додаткові обстеження у цих пацієнтів часто виявляють підвищення артеріального тиску, ранній розвиток симптомів ішемічної хвороби серця, порушення кровотоку в мозку, зміни біоелектричної активності кори та прикордонні психопатологічні зміни [58].

За експериментальними даними, існує незалежність чутливості рецептора свідомості до дії навіть дуже слабкого електромагнітного поля порядку $0,0001 \text{ В / м}$, яке відповідає за розвиток різних безумовних рефлексорних реакцій, що проявляється змінами в вегетативній (тобто несвідомої) регуляції різних функцій, які можуть бути основою. розвитку багатьох симптомів, описаних вище під впливом електромагнітного поля.

Однак інші аспекти впливу електромагнітних полів (особливо промислових частот) на стан нервової системи у людини широко обговорюються. У той же час одним з найважливіших наукових питань, що цікавили з початку 1980-х років, було з'ясування можливого причинно-наслідкового зв'язку між довгостроковими наслідками ЕМП і частотою депресій серед робітників та, можливо, суїциду. Останнє видається цілком виправданим, оскільки набагато більша частота таких

факторів, як схильна до дисфорії емоційна нестабільність, неврастенія, іпохондріальна та фобічна реакції, серед яких вони вже давно працюють в електротехнічній промисловості, є загальновідомим фактом. Крім того, як показали багато досліджень на сьогоднішній день, існує чіткий зв'язок між збільшенням нервових та психічних захворювань та коливаннями магнітного поля Землі під час так званої магнітної бурі. На сьогоднішній день існує ряд досліджень, які показали певний ступінь ризику симптомів депресії у працівників електротехнічної промисловості та мешканців, які проживають в безпосередній близькості від лінії електропередачі. Кілька великих досліджень виявили зв'язок між роботою в електротехнічній промисловості та збільшенням кількості самогубств серед цієї групи працівників. Подальше підтвердження цих даних для чоловічого населення, яке проживає в безпосередній близькості від ліній електропередач високої напруги (500 кВ), є дуже тривожним. Однак слід мати на увазі, що через відносну рідкість вивченої патології (суїциду) кількість проаналізованих випадків часто є відносно обмеженою, що найбільше впливає на достовірність результатів [54].

Іншою проблемою є широке розподіл середньостатистичних робітників, зайнятих в електротехнічній промисловості, а також серед населення багатьох країн із власним психосоматичним розвитком, що розвивається як "посилений синдром електрохімії" і дедалі ширше. Суть цієї патології полягає в тому, що у багатьох людей в процесі роботи з різними електричними приладами виникають постійні головні болі, різні слабкі сторони, розвинена повага, а також ряд нестандартних звітів про чутливість шкіри, таких як зниження та парестезія рук, гіперчутливість шкіри до різних хімічних речовин. У той же час використання часто змушене звертатися до лікаря, оскільки це призводить до підвищеної чутливості до електромагнітних полів і часто неможливості продовжувати працювати. Крім того, існує група людей з алергією на хліб, у яких може розвинути гіперчутливість до роздвоєності. Такі пацієнти не можуть втратити свідомість під час шторму або при великій кількості ходьби. З іншого боку, очищення та серія методичних

експериментальних досліджень не показали взаємозв'язку між появою описаних звітів та впливом електромагнітних полів різної інтенсивності. "

Наразі більшість вчених вважає, що синдром "гіперчутливості" - це тип психосоматичної реакції, яка в даний час активно поширюється в сучасному суспільстві, країнах і шантажі, із повідомленнями про можливий негативний вплив на електромагнітне поле, і яка може бути реалізована в умовах відсутності інформації. у разі соматичних скарг. Позитивний досвід використання методів психологічної корекції було скориговано на користь цього додатка.

З середини 90-х років минулого століття обговорюється можливість хвороби Альцгеймера у професійних людей щодо впливу електромагнітних полів (включаючи промислові частоти). У той же час ряд досліджень показав, що в досліджуваних групах пацієнтів з цим захворюванням майже в 4 рази більше людей піддавалися промисловому впливу ЕМП у минулому, ніж у контрольних групах. Слід підкреслити, що рівень ризику суттєво не змінився з розширенням групи суб'єктів до понад 300 осіб, навіть після врахування таких факторів, як стать, освіта та вік. В якості групи порівняння були обрані пацієнти з іншими типами деменції (крім судинного генезу). В даний час існує кілька припущень, які певною мірою пояснюють цю взаємозв'язок, включаючи можливість негативного впливу на гомеостаз іонів кальцію в клітинах мозку, патологічну активацію мікроглії імунних клітин (клітинне середовище нейронів), що призводить до їх дегенерації та в кінцевому підсумку можливий стимулюючий вплив на продукцію. бета-амілоїд, який у великій кількості міститься в клітинах мозку пацієнтів із синдромом Альцгеймера. Через близькість деяких патогенетичних механізмів також висловлюється припущення, що можливий провокаційний вплив ЕМП на розвиток бічного аміотрофічного склерозу, підтверджений до цього часу лише в одному дослідженні [36, 37].

3.4. Висновки до розділу

За результатами хронічного впливу електромагнітних полів високої та дуже високої частоти в серцево-судинній системі відбуваються зміни: низький кров'яний тиск, брадикардія, уповільнення внутрішньошлуночкової провідності та дисбаланс вмісту калію, кальцію та натрію в крові. Пряма роль ЕМП як мутагенного агента або ініціатора канцерогенезу остаточно не встановлена.

Переважає більшість отриманих результатів досліджень має обмежену статистичну значущість, що не дозволяє зробити більш переконливі висновки про негативний вплив електромагнітних полів та патогенез виявлених симптомів. Залежно від типу електрики та характеру фізичного удару існують фізіотерапевтичні методи, засновані на використанні електричного струму - прямого, імпульсного або польового - електричного, магнітного, електромагнітного. Залежно від характеру енергії, що доставляється, фізіотерапевтичні методи поділяють на контактні та дистанційні індукції.

Вивчення впливу електромагнітних полів дозволило розробити та впровадити в медичну та спортивну практику електростимулятори, що дають змогу використовувати позитивні ефекти електромагнітного поля. Деякі методи електротерапії широко використовуються в медицині і використовуються в повсякденній медичній та спортивній практиці, а деякі (включаючи нейроадаптивну терапію) лише стають загальноновживаними та визнаними.

Однак технічний прогрес і сучасні дослідження в галузі електромагнітних полів дозволяють дедалі більше використовувати та застосовувати найефективніші методи з використанням електромагнітних полів.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Перелік небезпечних та шкідливих чинників на робочому місці

У лабораторії фактори, що призводять до непередбачених обставин, поділяють на шкідливі та небезпечні. Шкідливими та небезпечними факторами можуть бути фактори трудового процесу або навколишнього середовища, які можуть спричинити тимчасове або постійне зниження працездатності, патологію праці, призвести до погіршення стану здоров'я потомства, включаючи збільшення захворюваності. Працівники, які працюють на небезпечних роботах, мають право на пільги та винагороди, крім шкідливих факторів. Згубним фактором є вплив, який за певних умов знижує або погіршує продуктивність. Що стосується небезпечного фактора, то вплив на працівника за певних умов призводить до різкого погіршення стану здоров'я, в гіршому випадку - до травми. Залежно від тривалості та рівня шкідливий фактор може бути небезпечним. Адже за природою вплив на організм людини, шкідливі та небезпечні фактори, поділяються на групи, а саме: фізичні, біологічні, хімічні та психофізіологічні.

До фізичних небезпек та шкідливих факторів належать ті, що характеризують технологічний процес (рухомі машини та механізми, рухомі пристрої, вироби, компоненти та рухомі матеріали, гострі кромки; підвищена або знижена температура поверхні обладнання або матеріалів; підвищена напруга, підвищена статична електрика) та характеризуючи повітря в промислових приміщеннях (підвищений пил і забруднення повітря на робочому місці, метеорологічні умови, підвищений шум, ультразвукові вібрації, вібрації на робочому місці, недостатнє освітлення робочого місця тощо) [21].

Хімічні небезпечні та шкідливі фактори поділяються на:

- залежно від характеру впливу людини: токсичний (викликає інтоксикацію організму), дратівливий, сенсibiliзуючий (викликає алергію), канцерогенний (викликає рак), мутагенний (впливає на спадкові зміни), репродуктивний;

- проникнення в організм людини: проникнення через дихальні шляхи, травний тракт, шкіру та слизові оболонки [21].

Шкідливі та небезпечні біологічні агенти можуть містити, крім мікроорганізмів (віруси, бактерії тощо), певні біологічні об'єкти, а саме: макроорганізми (тварини або рослини). Група психофізіологічних факторів, що проявляються нейропсихологічними або фізичними перевантаженнями.

Метою безпеки праці в кожній лабораторії є оцінка властивостей та умов робочого процесу, його впливу на здоров'я та життя працівника. Для досягнення цієї мети держава затвердила ряд критеріїв оцінки, які допоможуть визначити ступінь небезпеки для умов праці робітників. Законодавством визначено такі основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори: фізично небезпечні та шкідливі виробничі фактори: незадовільний мікроклімат (температура, вологість, вентиляція, інфрачервоне або ультрафіолетове випромінювання) у приміщенні; барометричний тиск; постійне електричне поле і випромінювання; небезпечне іонізуюче випромінювання; високий рівень промислового шуму та вібрації (місцевий або загальний); недостатнє природне або технічне освітлення на робочому місці. хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що включають використання у виробництві небезпечних речовин хімічного походження; біологічні властивості (мікроорганізми, що містяться в бактеріальних препаратах, патогенні мікроелементи); загальна організація трудового процесу на підприємстві: інтенсивність праці, яка представлена величиною фізичних зусиль, навантаженням на опорно-руховий апарат, кровоносну, дихальну та інші системи працівника [22].

Зокрема, в лабораторіях постійно проводяться різноманітні наукові дослідження, включаючи використання хімічних речовин через неналежне поводження з хімічними речовинами, випадки отруєнь працівників, опіків та

розвитку професійних захворювань. Нормативно-правова база Міністерства з надзвичайних ситуацій України 11 вересня 2012 року оновила та затвердила нові "Правила охорони праці в хімічних лабораторіях" № 1192. Ці правила охорони праці стосуються регульованих та затверджених вимог щодо показників шкідливих речовин, показників мікроклімату, рівня вібрації та шуму, крім освітлення в хімічних лабораторіях.

Тому для запобігання та запобігання нещасним випадкам, крім професійних захворювань, надзвичайно важливо, щоб Державна служба праці контролювала та попереджала роботодавців про рівень шкідливих та небезпечних виробничих факторів та не перевищувала межі, встановлені гігієнічними законами та правилами. документація.

4.2. Рекомендації стосовно спеціального одягу на робочому місці в лабораторії та освітлення

Лабораторні приміщення повинні бути обладнані природним або штучним та комбінованим освітленням, залежно від візуальних характеристик роботи та відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006 "Природне та штучне освітлення". Однак місцеве освітлення слід використовувати разом із загальним освітленням, оскільки забороняється використовувати лише місцеве освітлення. Залежно від місця розташування, прилади місцевого освітлення повинні відповідати групі та категорії вибухових речовин і забезпечувати працівникові можливість вільно змінювати напрямок світлового променя в науково-дослідних лабораторіях [33].

У лабораторіях рівень шуму не повинен перевищувати стандарт 60 дБА, який затверджений у "Національних гігієнічних стандартах промислового шуму, ультразвуку та інфрачервоного випромінювання" (ЛТО 3.3.6.037-99). Безпека від вібрацій також повинна бути забезпечена відповідно до встановлених стандартів

"Національної гігієнічної загальної та місцевої промислової вібрації" (ЛТО 3.3.6.039-99). Крім того, вміст газів, пилу та парів шкідливих речовин у лабораторних роботах не повинен перевищувати ГДК, зазначеного в ГОСТ 12.1.005-88.

Необхідно перевірити тягу повітря перед початком роботи в лабораторіях з хімічними реагентами для випробувань, оскільки всі частини витяжки, крім тих, на яких будуть виконуватися роботи, повинні бути повністю закриті листком. На робочому місці стулка опускається нижче рівня обличчя техника, але не нижче 0,4 м. У всіх лабораторних приміщеннях припливно-витяжну вентиляцію слід вимкнути через 30 хвилин. перед початком роботи та безумовно вимкніть її після завершення всіх робіт. Спочатку увімкніть витяжну вентиляцію, а потім в кінці роботи зробіть все навпаки, спочатку вимкніть приплив, а потім витяжку [15, 40].

У лабораторії різні тести слід проводити лише з достатньою вентиляцією та контролем їх автоматичної активації або блокування. У разі будь-яких несправностей працівник повинен повідомити про це керівника лабораторії та службу безпеки. Приміщення в лабораторіях, особливо там, де для випробувань використовуються хімічні речовини, повинні бути відокремлені від інших приміщень і мати витяжки, не підключені до вентиляції цих приміщень, та окремий вхід. Світильники в витяжній шафі також повинні бути вибухозахищеними. Загалом, колективний захист повинен застосовуватися для захисту персоналу лабораторії від шкідливих або небезпечних факторів відповідно до вимог ДСТУ 7238: 2011 «ПСБП. Заходи колективного захисту працівників».

Через мікрокліматичні умови їх допустимі значення визначаються у випадках, коли неможливо забезпечити оптимальні значення мікроклімату на робочому місці в умовах технологічного виробництва, технічної недоступності чи економічно недоцільно. Значення показників наведені на рисунку 4.1, вони характеризують допустимі мікрокліматичні умови для короткострокових або постійних робочих місць.

Період року	Категорія робіт	Температура, ° С				Відносна вологість (%) на робочих місцях - постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях - постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період руху	Легка Іа	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Легка Іб	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	Середньої важкості Іа	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	Середньої важкості Іб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	12	75	не більше 0,5
Теплий період року	Легка Іа	28	30	22	20	55 - при 28° С	0,2 - 0,1
	Легка Іб	28	30	21	19	60 - при 27° С	0,3 - 0,1
	Середньої важкості Іа	27	29	18	17	65 - при 26° С	0,4 - 0,2
	Середньої важкості Іб	27	29	15	15	70 - при 25° С	0,5 - 0,2
	Важка ІІІ	26	28	15	13	75 - при 24° С і нижче	0,6 - 0,5

Рис.4.1 Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні лабораторних приміщень

Категорія робіт, що наведені на рисунку розмежовуються за важкістю на основі загальних енерговитрат організму.

Категорія І призначена для легкої фізичної роботи, що охоплює види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105 - 140 Вт (90 - 120 ккал/год.) - категорія Іа та 141 - 175 Вт (121 - 150 ккал/год.) - категорія Іб. До категорії Іа відносяться роботи, що виконуються сидячи та загалом не потребують фізичного напруження, а також категорії Іб роботи, що виконуються стоячи, сидячи чи пов'язані з ходінням і супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Категорія ІІ призначені для фізичних робіт середньої важкості та охоплюють види діяльності, коли витрата енергії дорівнює 176 - 232 Вт (151 - 200 ккал/год.) - категорія ІІа та 233 - 290 Вт (201 - 250 ккал/год.) - категорія ІІб. До категорії ІІа призначені роботи, пов'язані з переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів, ходінням чи предметів в положенні стоячи або сидячи та потребують певного фізичного напруження, категорія ІІб роботи, що пов'язані з ходінням, стоячи чи переміщенням

невеликих (до 10 кг) вантажів крім того супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Категорія III це важкі фізичні роботи, які охоплюють види діяльності, що витрачають енергію загалом 291 - 349 Вт (251 - 300 ккал/год.). До цієї категорії належать роботи, пов'язані з перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, постійним переміщенням та потребують великих фізичних зусиль.

Висота робочого простору, різниця температур повітря при допустимих умовах не повинна перевищувати 3°C , це стосується всіх категорій робіт, а горизонтальний робочий простір і під час зміни може перевищувати допустимі температури для даної робочої категорії (рис. 4.1)). Також температура зовнішніх поверхонь технологічного обладнання не повинна перевищувати допустимих значень температури повітря для деяких категорій робіт, показаних на рисунку 4.1, крім температури внутрішніх поверхонь приміщення (підлоги, стін, стелі) та його захисних пристроїв (штор тощо). Тому забезпечення приємної температури та вологості в лабораторії суттєво впливає на самопочуття людини. Порушення меж теплового режиму в лабораторії, який, на думку лікарів, становить від 18 до 20°C , може посилити хронічні захворювання та погіршити стан здоров'я.

Теплове випромінювання та його інтенсивність, що діють на працівників від нагрітих поверхонь технологічних приладів, включаючи освітлювальні прилади, сонячне випромінювання від скляних огорож не повинно перевищувати $35,0\text{ Вт / м}^2$ - при опроміненні 50% і більше поверхні тіла, 70 Вт / м^2 - при опромінювана площа від 25 до 50% і 100 Вт / м^2 - при опроміненні максимум 25% робочого органу [22]. У разі джерел з інтенсивністю $35,0\text{ Вт / м}^2$ і більше, температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати верхньої межі оптимальних значень для теплового періоду року, при цьому для постійних робочих місць допустима непостійна верхня межа [22].

При наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до $140,0\text{ Вт/м}^2$. Величина опромінюваної площі не повинна перевищувати 25 % поверхні тіла працюючого при обов'язковому використанні індивідуальних засобів захисту

(спецодяг, окуляри, щитки) [22].

Надання спеціального одягу для лабораторного персоналу повинно забезпечуватися забезпеченням спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до норм "Положення про постачання спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту" (НПАОП 0,00-7,17-18). Загалом засоби індивідуального захисту повинні відповідати вимогам «Технічного регламенту засобів індивідуального захисту», затвердженого Урядом України No 761 від 27 серпня 2008 р., ДСТУ 7239: 2011 SSBP. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація »та ГОСТ 12.4.103-80 SSBP. Спеціальний захисний одяг, засоби індивідуального захисту ніг та рук. Класифікація. ".

В умовах можливого впливу на працівників при роботі з агресивними хімічними речовинами (наприклад, лугами, кислотами тощо), вони повинні бути забезпечені комбінезонами, виготовленими з матеріалів, що забезпечують захист від цих впливів. Виконуючи свої обов'язки, працівник лабораторії зобов'язаний дотримуватися вимог стандартів гігієни та особистої гігієни: працювати лише в засобах індивідуального захисту; приймати і підтримувати робоче місце в чистоті та порядку під час зміни; зберігати їжу та їсти лише у відведених місцях; зберігати харчові продукти, зокрема молочні продукти, що видаються на фермі, в холодильниках, що використовуються виключно для цих цілей; Мийте забруднені частини тіла після роботи [24].

Тверді відходи, що накопичуються на робочому місці лабораторії, слід збирати в окремі контейнери та утилізувати у місцях, узгоджених з органами пожежної та гігієнічної безпеки.

Роботи, які можуть спричинити швидкий процес, підвищення тиску, перегрів скляного пристрою або його пошкодження розпиленням гарячих або їдких продуктів, а також роботи під вакуумом, слід проводити у витяжних трубах на спеціальних плівках, тому на майданчику слід встановити прозорі захисні кришки. [6]. При змішуванні або розведенні речовин, що супроводжуються виділенням тепла, слід використовувати термостійкий посуд зі скла або порцеляни, оскільки

вогнетривкий посуд зі скла не повинен нагріватися на відкритому вогні без вогнетривкої сітки; тонкостінні хімічні мензурки та звичайні скляні мензурки не можна нагрівати над відкритим вогнем або на електричній плиті [24].

Рекомендації щодо безпечної лабораторної роботи позитивно впливають на ефективність праці працівників, зменшуючи матеріальні витрати на допомогу у разі тимчасової непрацездатності, включаючи підтримку здоров'я та фізичної підготовки працівників та підвищення продуктивності праці. Здорові умови праці та забезпечення спеціального захисту підвищують мотивацію суворо дотримуватись правил та безпечної поведінки персоналу лабораторії.

4.3. Перевірочний розрахунок освітлення лабораторії

Усі лабораторні кабінети повинні бути природними та штучне освітлення, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2006. Для окремі кімнати (теплові, тест на стерильність, фотолабораторія та інші) допускається відсутність природного світла. В кожна кімната повинна мати загальний вимикач. Освітлення та аксесуари повинні бути закритого типу і повинні бути доступними для мокрої обробки [37].

Згідно з ДБН В.2.5-28-2006, лабораторії відносяться до I групи приміщень за завданнями візуальної роботи - тобто приміщень, в яких виділяється пряма видимість працівників на робочій поверхні в заданому напрямку[43].

Місцеві освітлювальні прилади повинні відповідати категорії та групі вибухових речовин і повинні бути влаштовані так, щоб працівник міг змінювати напрямок світла, якщо це необхідно. Як джерела штучного освітлення використовуються електричні джерела світла: люмінесцентні лампи, лампочки та світлодіодні лампи.

Оптимальне освітлення для забезпечення їх ефективності використання надходжень, одержувачів економічних показників, енергії ККД (лм / Вт), номінальна напруга, світловий потік, колориметричні параметри (індекс кольорового трансформатора) та обробка.

На людському оці найбільш видно жовто-зелене випромінювання з довжиною

хвилі 555 нм. Спектральний склад світла впливає на продуктивність та психічний стан. Отже, якщо продуктивність людини в природному світлі приймається за 100%, то при червоному та оранжевому освітленні (довжина хвилі 600 ... 780 нм) вона становить лише 76%. Надмірна яскравість джерел світла та навколишніх предметів може засліпити працівника. Нерівномірне освітлення і нерівномірна яскравість навколишніх предметів призводять до частоті корекції зору під час роботи і, як результат, до швидкої втоми органів зору. Тому добре освітлені поверхні найкраще фарбувати кольорами з коефіцієнтом відбиття 0,4 - 0,6 і бажано, щоб вони мали матову або напівматову поверхню.

<i>Колір</i>	<i>Довжина хвилі, Нм</i>
Фіолетовий	380-450
Синій	450-480
Зелений	510-550
Жовтий	575-585
Помаранчевий	585-620
Червоний	620-780

Вони традиційно освітлюються люмінесцентними лампами. Запах їсти економічний, час зберігання майже 10 000 годин, великі розміри світловіддача 50-80 лм / Вт, впізнавана видимість спектральних вогнів склад поблизу природи. Для освітлення робочого місця в заданому місці компактні лампи, такі як енергозберігаючі лампи.

Тому, крім тиші, прийнятні переклади, запахи і навіть особливі умови: хімічна небезпека (покладіть ртуть у кількості від 10 мг до 1 г). Занадто багато люмінесцентні лампи включають час, час затвердження блискавки, змішувальний пристрій [43,44].

Електролюмінесцентні лампи не мають раніше існуючих аналогів лампи перед звичайними лампами зарядні, але також світяться лампи, які також знають напр.

Особливості:

□ Економіка. Ви можете використовувати всі ліхтарі світло діода мінімальна кількість електроенергії. Усі ліхтарі в дозаторі досягають 120 л / вт.

- Пропорційність - понад 75 000 робочих годин.
- Екологічне – нешкідливе використання порівнянь з люмінесцентні лампи.
- Тепловий насос малої потужності - електролюмінесцентні лампи практично не нагріваються, щоб бути в безпеці.
- Можливість тотального контролю - регулювання супроводу та колір у новій динамічній зоні (і, якщо потрібно, спеціалізований спектр).
- Когерентність пульсації джерела світла.

Світлодіодні лампи класифікуються за кольором світла: теплий білий, холодний білий, нейтральний білий(природний) та RGB (різнокольорове світіння). Кожен із цих видів має своє призначення. Для внутрішнього освітлення найчастіше використовують світлодіодні лампи з природним білим світлом. Він може мати кілька відтінків з різними шкалами насиченості. Вони особливо підходять для освітлення робочих поверхонь. Ці лампи також поділяються на типи тумб: розетки E14, E27; цоколь GU10, GU5.3; G13.

В даний час біологія невизначена та гігієнічна робота світлодіодних лампочок. Унікальна відмінність між цими системами полягає в тому, що динамічно кероване світло може кардинально змінити всю концепцію штучного освітлення, роблячи світло одним із елементів навколишнього середовища, найбільш сприятливим для роботи та сприятливим для психічного та фізичного здоров'я людей які працюють на робочому місці.

Тому світлодіодне освітлення вимагає широкого спектру біомедичних досліджень. Важливим параметром в організації мікробіологічної лабораторії є освітлення як показник гігієни та як фактор якості роботи. Замість люмінесцентних ламп, які мають суттєві недоліки, пропонується використовувати світлодіодні лампочки, які не тільки є більш енергоефективними, але й безпечними для навколишнього середовища.

Природне біле світло є найпоширенішим серед світлодіодних лампочок і може ефективно використовуватися для освітлення робочих поверхонь. Визначено деякі гігієнічні перспективи використання світлодіодних лампочок.

4.4. Пожежна безпека

Лабораторні приміщення повинні бути обладнані основними засобами пожежогасіння, такими як вогнегасники, сухі пісочниці, протипожежні ковдри з негорючого теплоізоляційного матеріалу тощо, розташування яких зазначено в посібнику відповідно до ДСТУ EN ISO 7010: 2019 «Захист від пожежі. Знаки безпеки. Форма та колір "(ISO 6309: 1987, IDT). У разі аварійного відключення живлення негайно вимкніть усі електричні пристрої.

Електричне обладнання та лінії електропередач повинні бути відключені від електромережі або погашені у разі пожежі у разі пожежі вуглекислотними вогнегасниками відповідно до вимог ДСТУ 3675-98, ДСТУ 3734-98, оскільки гасіння водою заборонено. За жодних обставин не можна залишати без нагляду робоче місце, особливо при включенні опалювальних приладів або лабораторного робочого обладнання, перелік яких вказаний в інструкції з охорони праці та пожежної охорони.

Роботодавець повинен на основі типових вказівок скласти інструкції з охорони праці, які відповідають вимогам "Правил розробки інструкцій з техніки безпеки" (НРАОР 0,00-4,15-98). Він повинен розробити план дій на випадок непередбачених ситуацій (ПЛАС) залежно від виду робіт, що виконуються в лабораторіях та на заводі, відповідно до «Принципів розробки планів розміщення та ліквідації аварій та аварій» (НРАОР 0,00-4,33-99). Працівникам, які не знайомі з PLAS, заборонено працювати, якщо вони не знають частину, безпосередньо пов'язану з роботою, яку вони виконують. Як результат, відповідальність за розробку та впровадження системи PLAS та відповідальність за її якість покладається на власника, тобто начальника компанії. Розробка PLAS повинна враховувати фактичні навички та ресурси компанії, досвід, накопичений працівниками компанії та спецпідрозділами в надзвичайних та аварійних ситуаціях, щоб забезпечити необхідні додаткові навички та ресурси, оскільки PLAS слід перевіряти кожні 5 років [23].

При розробці оперативної частини важливо визначити всіх учасників

надзвичайних ситуацій та фактично визначити їх функції, обов'язки, ресурси та рівень участі. У антишокових акціях також повинні брати участь: - влада українського Держгірпромнагляду; - спеціальні підрозділи: районні (об'єктні) пожежні частини, воєнізовані рятувальні служби та інші; - поліція, охорона здоров'я (включаючи лікарні), транспорт та соціальне забезпечення; - органи управління аваріями або територіальні органи Міністерства надзвичайних ситуацій; - комунальні служби району (міста); - ведення бізнесу; - органи ЗМІ та комунікації; - органи охорони здоров'я та охорони навколишнього середовища [23]. Під час розробки оперативної частини необхідно: - передбачити процедуру залучення громадськості до робіт на місцях та ліквідації аварій; - забезпечити скоординовані дії виробничого персоналу, усіх підрозділів та служб, що беруть участь, а також населення; - забезпечити спільну діяльність працівників сусідніх підприємств (об'єктів) та місцевої влади в сусідніх районах [23].

4.5. Висновки до розділу

Тому можна стверджувати, що в лабораторіях усіх наукових досліджень на робочому місці на працівників впливає безліч шкідливих та небезпечних факторів, і ступінь цього впливу не завжди може бути оцінена без професійної сертифікації. Як результат, це не дає можливості пов'язати погіршення стану здоров'я людини під час виконання функції з впливом відповідних шкідливих факторів: - позбавляє працівників соціальних гарантій та конституційних прав на безпеку та здоров'я; до великих економічних втрат у всій компанії.

Існують деякі показники мікрокліматичних умов, які необхідно спостерігати всередині лабораторії та поза нею. Основними факторами, що впливають на мікроклімат, є температура повітря, швидкість повітря, включаючи відносну вологість, температуру поверхні та інтенсивність теплового (інфрачервоного) випромінювання. Завдяки цьому він регулює мікрокліматичні умови в робочому просторі в районі завдяки інтенсивності виконуваних робіт та сезону року. Крім

того, при виконанні робіт різних вагових категорій на робочому місці рівні показників мікроклімату слід коригувати з урахуванням найбільшої групи працівників.

З точки зору пожежної безпеки, стіни лабораторій повинні бути виготовлені з вогнетривких матеріалів, а поверхня повинна легко митися. Інструкції з охорони праці та пожежної безпеки повинні бути розміщені на видному місці поблизу робочих місць. Звичайно, керівні принципи роботи пожежних лабораторій повинні бути чітко визначені і застосовуватись до всіх приміщень. Інструкції встановлені відповідно до вимог пожежної безпеки, визначено, що робити в разі пожежі, і важливі для їх вивчення та виконання всіма особами, працівниками лабораторій.

ВИСНОВКИ

На основі результатів дипломної роботи проведено аналіз важливого екологічного науково-експлуатаційного завдання, пов'язаного з екологічною безпекою внаслідок електромагнітних полів штучного походження. Початки, які суб'єктивно не відчуються, спричиняють низку екологічних проблем, пов'язаних насамперед із електромагнітною ситуацією в міських екосистемах.

Аналіз даних про середні показники артеріального тиску та частоти серцевих скорочень у чоловіків та молодих жінок, на яких постійно впливають електромагнітні поля штучного походження, та тісний взаємозв'язок між параметрами високочастотного електромагнітного поля та даними артеріального тиску та частоти серцевих скорочень у чоловіків та жінок.

Взаємозв'язок між середнім та максимальним значеннями щільності потоку енергії, середніми значеннями напруженості електромагнітного поля та випробовуваними параметрами артеріального тиску у чоловіків та жінок є обернено пропорційним та сильнішим, ніж відповідні обернені співвідношення максимальних значень електричної складової та середніх та максимальних значень магнітної складової.

Можна зробити висновок, що чим менший вплив електромагнітних полів, тим менша поширеність гіпертонії. Метод математичного моделювання показав, що магнітна складова електромагнітного поля має найбільший вплив на частоту серцево-судинних захворювань у чоловіків та жінок. Крім того, при однаковому впливі на нього жінки більше схильні до захворювань серцево-судинної системи.

Національна нормативна база щодо електромагнітної безпеки та електромагнітної екології має низку невідповідностей та невідповідностей через певні затримки нормативних вимог через сучасні технологічні та наукові розробки в цій галузі.

Нормалізація електромагнітних взаємодій на населення та навколишнє середовище в цілому повинна здійснюватися за допомогою як електричних, так і магнітних компонентів електромагнітних полів.

Існує потреба у розробці науково обґрунтованих стандартів щодо впливу технічних заходів на навколишнє середовище для міського та приміського транспорту електроенергії.

Враховуючи труднощі гармонізації національних та міжнародних стандартів електромагнітної безпеки та необхідність певної лібералізації деяких з них, доцільно провести подальші дослідження в цій галузі та пояснити роботу населення щодо фактичних рівнів та небезпек електромагнітного випромінювання в промислових та побутових умовах.

Вплив електромагнітного випромінювання на організм людини призводить до розладів нервової та серцево-судинної систем, до зміни складу крові, тому необхідно вжити необхідних заходів для захисту робітників та населення від електромагнітних полів різної частоти. Важливу роль відіграють техніко-технічні засоби колективного, місцевого та індивідуального захисту. За належного проектування, зокрема розташування джерел електромагнітних полів, використання природних та штучних екранів тощо, можна значно зменшити інтенсивність випромінювання, а отже і вплив електромагнітних полів на здоров'я людини.

Попереднє визначення рівнів електромагнітних полів у кожному конкретному випадку дозволяє заздалегідь визначити перелік та зміст організаційних, технічних, гігієнічних та гігієнічних заходів, що мінімізують вплив полів на людину.

Доцільно розробити та впровадити автоматизовану систему моніторингу електромагнітного середовища у всіх сферах енергетичного обладнання з можливістю розширення переліку контрольованих параметрів.

Найефективнішими засобами захисту від електромагнітних полів є аморфні, м'які магнітні сплави та металополімерні композити з контрольованими захисними властивостями.

Максимальне поглинання електромагнітного випромінювання при мінімізації відбивної складової досягається за допомогою перфорованих екранів різної товщини. Діаметр отворів та відстань між ними розраховується виходячи з необхідної частоти зрізу та ефективності екранування.

Розробка та впровадження електромагнітного екранування має відбуватися у певній послідовності, відповідно до певного алгоритму, який мінімізує час та витрати на дослідження та розробки.

Необхідно також провести теоретичні дослідження, порівняти результати з експериментальними даними, які вказують на можливість правильного моделювання просторового розподілу електромагнітних полів. Таке моделювання слід проводити на етапі проектування розташування будівель та промислових споруд, а також під час модернізації технологічних пристроїв.

Для ефективного екранування магнітних полів джерел з їх симетричним розподілом та монотонним зменшенням напруги рекомендується використовувати багатошарові екрани, що забезпечують зміну поляризації падаючого поля та його зменшення за рахунок втрат вихрових струмів та поглинання гістерезису.

На підставі результатів досліджень було встановлено, що найсильніший радіосигнал присутній в передавальній антені, яка в сучасних мобільних пристроях захована в корпусі. Коли ви віддаляєтесь від телефону, хвилі втрачають енергію та слабшають. Усі інші джерела випромінювання мають настільки низьке споживання енергії, що їх можна ігнорувати.

На основі результатів аналізованої інформації були розроблені засоби та методи зменшення електромагнітного випромінювання та його впливу на людину та біотичні системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безпека життєдіяльності / За ред. Я. І. Бедрія. - Львів, 2000. - 54 с.
2. Серіков Я.О. Промислова безпека та соціальний захист працівників виробничих підприємств, компаній і корпорацій. Навч. посіб. Харків. ХНУМГ – корпорація ШЕЛЛ. 2015. – 247 с.
3. Сериков Я. А. Коженевская Л. Ф. Безопасность жизнедеятельности – секьюритология. Проблемы. Задачи. Пути решения. Монография. Харьков – Краков, 2012. – Ч. 1 – 172 с. Ч. 2 – 346 с.
4. Вплив електромагнітних полів на людину [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakinppo.org.ua/>.
5. Давидов Б.І. Електромагнітні поля: чи можливий канцерогенний ризик? / Б.І. Давидов В.Г. Зуєв, С.Б. Обухова // Авіакосм. і екол. медицина. - 2003. - т.37, №2. - С.16-19.
6. Іванов В.Б. Опромінення експериментальних тварин низько інтенсивних вкрай високочастотної електромагнітним полем як фактор канцерогенезу / В.Б. Іванов,Т.І. Суботіна, А.А. Хадарцев і ін. // Бюл. експеримент. біології і медицини. - 2005. - Т.139,№2. - С.211-214.
7. Василенко О.І. Радіаційна екологія: [навч. посібник] / О.І.Васіленко. - М .: Медицина, 2004. -216 с.
8. Moulder J.E. Power-frequency Fields and Cancer / J.E. Moulder // Crit. Rev. Biomed. Eng. 1998. 26: 1116.
9. Adair R.K. Constraints on Biological Effects of Weak Extremely-lowfrequency Electromagnetic Fields /
10. Adair // Phys. Rev. 1991. A 43: 1039-1048.
11. Виміряти Н.Ф. Фізичні фактори виробничого і природного середовища. гігієнічна оцінка і контроль / Н.Ф. Виміряти, Г.А. Суворов. - М .: Медицина, 2003. - 560 с.

12. Казарян Г.М. Радиофізичні і екологічні аспекти наземної мікрохвильової лінії передачі енергії / Г.М. Казарян, А.В. Рудаков, В.Л. Саввін // Укр. Моск. ун-ту. Сер.3. Фізика. Астрономія. - 2005. - №5. - С.23-26.
13. Кукушкін В.Д. Аспекти радіаційної та електромагнітної безпеки житлових приміщень / В.Д. Кукушкін, М.Є. Гошин // Актуальні проблеми інженерного забезпечення в АПК: зб. науч.тр. 30 ювілей. наук.-практ. конф. Ч.2. - Ярославль: ЯГСХА, 2007. - С. 85-89.
14. Пальців Ю.П. Гігієнічна регламентація гіпогеомагнітного умов в виробничих, житлових і громадських будівлях / Ю.П. Пальців, Л.В. Походзей, А.А. Афонін та ін. // АНРИ. - 2007. - № 4 (51). - С.28-34.
15. Гурвич Є.Б. Смертність населення, що проживає поблизу енергооб'єкта електропередачі напругою 500 кіловольт / Є.Б. Гурвич, Е.А.Новохатская, Н.Б. Рубцова // Мед. праці та пром.екол. - 1996. - №9. - С.23-27.
16. Григор'єв О.А. Біоелектромагнітного тероризм: аналіз можливої загрози / Григор'єв О.А., Григор'єв Ю.Г., Степанов В.С., Чекмарьов О.М. // Щорічник Рос. Нац. Комітету із захисту від неіонізуючих випромінювань 2004-2005: зб. тр. - М.: Изд-во Аллан, 2006. - С.205-215.
17. Байрамов А.А. Електромагнітний смог в приміщеннях / А.А. Байрамов // Петерб. журн. електроніки. - 2004. - № 2 (39). - С. 53-56.
18. Девісілов В. Електромагнітна безпека / В. Девісілов // ОБЖ. Основи безпеки життя. - 2006. - №1 (115). - С.53-58.
19. Тихонов М.Н. Электромагнитная безопасность: взгляд в будущее // Экол. экспертиза: обзорн. информация / ВИНТИ. – 2005. – №3. – С.9-24.
20. Радченко Д.А. Влияние электромагнитных полей на окружающую среду и здоровье человека / Радченко Д.А. // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2007: сб.тр. молодых ученых первого междунар. экол. конгресса (третьей междунар. науч.-техн. конф.) Т.2, Тольятти, 20-23 сент. 2007. – Тольятти: ТГУ, 2007. - С. 209-214.
21. Измеров Н.Ф. Проблема обеспечения производственной и экологической электромагнитной безопасности электропередач. Пути решения / Н.Ф. Измеров,

- М.Ш. Мисриханов, С.Г. Отморский и др. // Бюл. Науч. Совета «Мед.-экол. проблемы работающих». – 2006. - №3. – С.18-25.
22. Казарян Г.М. Экологическая безопасность наземной микроволновой линии передачи энергии / Г.М. Казарян, А.В. Рудаков, В.Л. Савин, Ян Чунь // Научная сессия МИФИ-2005: сб. науч. тр. В 15 т. Т.8. Нетрадиционная энергетика. Ядерная энергетика. – М.: МИФИ, 2005. – С.14-15.
23. Ремизов А. П. Медицинская и биологическая физики: Учеб, для вузов / А. Н. Ремизов, А.Г. Максима, А. Я. Потапенко. – 4-е изд., перераб. и дополн. – М.: Дрофа, 2003. – 560 с.
24. Сосин И.Н. Физиотерапия болезней уха, горла и носа / И.Н. Сосин, А.Г. Буявых. – Симферополь: изд. КГМУ, 2007. – 368 с.
25. Бецкий О.В. Применение низкоинтенсивных миллиметровых волн (ретроспективный обзор) / О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедева, Т.И. Котровская // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2005. – №2(38). – С.23-39.
26. Ревенко А.Н. «СКЭНАР-терапия» и «СКЭНАР-экспертиза». Учебное пособие. Часть 1-я. / А.Н. Ревенко. – Екатеринбург: Издательский Дом «Филантроп», 2004. – 408 с.
27. Ревенко А.Н. «СКЭНАР-терапия». Учебное пособие. Часть 2-я. Авторские методики / А.Н. Ревенко. – Екатеринбург: Издательский Дом «Филантроп», 2005 г. – 176 с.
28. Чернышев В.В. Руководство по динамической электростимулирующей терапии аппаратами ДЭНАС. 2-е изд., перераб. и доп. / В.В. Чернышев, В.В. Малахов, А.А. Власов, О.И. Рубцова, Н.И. Иванова – Екатеринбург, 2002. – 248 с.
29. Голдовский Б.М. Лечение сердечных аритмий на догоспитальном этапе в условиях Запорожской скорой помощи / Б.М. Голдовский, О.В. Ковалева, Л.В. Порада // Проблеми питання медицини невідкладних станів: матеріали симпозіуму (V школа-семінар), Київ, 5-6 квітня 2007 р. – К., 2007. – С. 73-75.
30. Ковалева О.В. Опыт лечения кардиалгий, не связанных с патологией сердца на догоспитальном этапе / О.В. Ковалева, С.А. Поталов, Б.М. Голдовский, Л.В.

- Кошман// Проблемні питання медицини невідкладних станів: Матеріали симпозіуму (V школа-семінар), Київ, 5-6 квітня 2007 р. – Київ, 2007 – С. 75-76.
- 31.Ковалева О.В. Лечение гипертонических кризов с цефалгической формой / О.В.Ковалева, И.М. Фуштей, С.А. Поталов, А.В. Ковалева// Сборник статей Харьковской городской клинической больницы скорой неотложной помощи «Неотложная медицинская помощь» / Под ред проф. А.Е.Зайцева, проф. В.І. Никонова, доц. А.Є. Феськова. – Харків: ХМАПО, 2005. – С. 176-183.
- 32.Ковалева О.В. Особенности изменения вегетативного гомеостаза при лечении артериальной гипертензии / О.В. Ковалева, И.М. Фуштей, В.Г. Селивоненко, С.В.Сквирская// Від фундаментальних досліджень – до прогресу в медицині: Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченої 200 –річчю з дня заснування Харківського Біологічного науки державного медичного університету, Харків, 17-18 січня 2005р. – Харків, ХДМУ, 2005. – С. 120- 121.
- 33.Думанський В. Ю., Біткін С. В., Думанський Ю. Д. Гігієнічна характеристика стану електромагнітного забруднення міст України / Гігієна населених місць. – 2012. – Вип.59. – 170 с.
- 34.Мордачев В. І. Електромагнітне навантаження на територію в неоднорідною радіоелектронної обстановці / В.І. Мордачев // Доповіді Білоруського державного університету інформатики і радіоелектроніки - 2012. - №8 - С.23-31.
- 35.Подобєд І. М. Шлях вдосконалення нормативної бази з електромагнітної безпеки та електромагнітної сумісності технічних засобів в умовах підвищення енергонасиченості будівель і споруд – 2012. – Вип.59. – 171-175 с.
- 36.Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань: ДСН 239-96.-К.: МОЗ України, 1996. – 28 с.
- 37.Нормативний документ Мінпавливеенерго України «Розрахунок електричного і магнітного полів лінії електропередавання» Методика.: СОУ-Н ЕЕ 20.1179:2008. [Чинний від 20.10.2008]. – К: 2008. – 33 с.

38. Праховнік, О. В. Землянська, О. В. Зацарна. – Безпека життєдіяльності: навч. посіб. / Київ : НТУУ «КПІ» ІЕЕ, 2016. – електронне видання. URL: <http://ela.kpi.ua/kandle/123456789/18263>.
39. Третькова Л. Д. Засоби індивідуального захисту; виготовлення та застосування: навч. посіб. / Л. Д. Третькова, Г. Є. Литвиненко – Київ : Лібра, 2008. – 317 с.
40. Серіков Я. О., Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харків, 2005. – 298 с.
41. Думанський Ю. Д. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища – гігієнічна проблема, результати та шляхи її вирішення в Україні, підсумки і перспективи наукових досліджень з проблеми екології людини довкілля. - М., 2006. - 248 – 253 с.
42. Волохов С. А., Добродеев П. Н., Закономірності розподілу зовнішнього магнітного поля електроустаткування : Електротехніка, 2006. – № 4. - 28-33 с.
43. Глива В. А. Критерії вибору захисних матеріалів для екранування електромагнітних полів, проблеми охорони праці в Україні. – 2011. – Вип. 21. – 68–76 с.
44. Глива В. А., Матвєєва О. Л., Розроблення і дослідження композитних електромагнітних екранів з керованими захисними властивостями: Вісник НТУУ «КПІ», серія «Гірництво». – 2011. – Вип.21. –167 – 172 с.
45. Глива В. А., Левченко Л. О., Перельот Т. М., Просторові критерії екранування низькочастотних магнітних полів: Управління розвитком складних систем. – 2015. – Вип. 22. – 158-164 с.
46. Глива В. А. Моделювання просторових розподілів електромагнітних полів електротехнічного обладнання: Управління розвитком складних систем. – 2014. – Вип. 20. – 174-179 с.
47. Островский А. С., Одаренко Е. Н., Шматько А. А., Защитные экраны и Поглотители электромагнитных волн. ФИО ФИП PSE, 2003, том 1, № 2, vol. 1, No. 2 161-173 с.
48. Думанський Ю. Д. Гігієнічна характеристика електромагнітного випромінювання від радіотехнічних та електроенергетичних об'єктів та засобів в умовах

- населених місць (за матеріалами досліджень 2008 – 2010 р.р.) – 2010. – Вип. 56. – 185 – 195 с.
49. Чорный О. П. Современное состояние исследования влияния электромагнитных излучений на организм человека – 2013. – № 2. – 112 – 124 с.
50. Electromagnetic fields and public health: mobile phones [ел. ресурс] – WHO, Backgrounder № 193, October 2014. URL – <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/ru/>
51. Думанський В. Ю. Стільниковий мобільний радіотелефон стандарту GSM-900 – джерело електромагнітного випромінювання та його гігієнічне регламентування – 2005. – Вип. 43. – 243 с.
52. До питання про біологічні ефекти дій електромагнітних випромінювань / Л.А. Томашевська, Т.Є. Кравчун, Л.П. Лемешко [та ін.] // Гігієна населених місць. – 2013. – Вип. 62. – С. 193 – 198.
53. Думанський В. Ю., Біткін С. В., Полька Н. С., Стан електромагнітної обстановки в загальноосвітніх закладах, обладнаних комп'ютерною технікою та засобами передачі даних типу WI-FI – 2013. – Вип. 62. – 186 с.
54. Галак С. С. Стільниковий мобільний радіотелефон стандарту DCS-1800 як джерело електромагнітного випромінювання, його біологічне значення та гігієнічне регламентування – 2012. – Вип. 59. – 184 с.
55. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджено Наказом Міністерства Охорони Здоров'я України від 19 червня 1996 р. № 173 – К – 2012, 45 с.
56. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів: Д Сан Пін 3.3.6.096-2002. [Чинний від 2003-01-04]. – К.: МОЗ України, 2003. – 16 с.
57. Панова О. В. Екранування електромагнітних полів та забезпечення електромагнітної сумісності електронного обладнання – 2015. – Вип. 22. – 213 с.
58. Подобєд І. М. Шляхи вдосконалення нормативної бази з електромагнітної безпеки та магнітної сумісності технічних засобів в умовах підвищення енергонасиченості будівель і – 2012. – Вип. 28. – 175 с.

59. Матвеева О. Л., Панова О. В.. Електромагнітні екрани з керованими захисними властивостями: Матеріали XI Міжнар. наук.-техн. конф. «АВІА-13» 21-23 травня. – К.: НАУ, 2013 р. – Т. 5. – 32 с.
60. Вишняков М. Г. Исследование электромагнитных полей вблизи антенн цифровых систем передачи информации для целей электромагнитной безопасности: дис. ...канд. техн. наук: 05.12.07. – Самара, 2002. – 258 с.
61. Галак С. С., Павлик В. М., Безверха А. П. Електромагнітний фон базових станцій систем рухомого зв'язку і напрямки його зниження – 2012. – Вип. 60. – 207 с.
62. Думанський В. Ю, Біткін С. В., Галак С. С., Прусов Д.Е. Електромагнітне випромінювання, що створюється обладнанням стільникового зв'язку в умовах радіоекранованих приміщень – 2010. – Вип. 55. – 191 с.
63. Клапченко В. І., Краснянский Г. Е., Глыва В. А., Азнаурян И. А. Защитные свойства электромагнитных экранов на основе метало-силикатных материалов в диапазоне СВЧ – 2010. – Вип. 56. – 226 с.